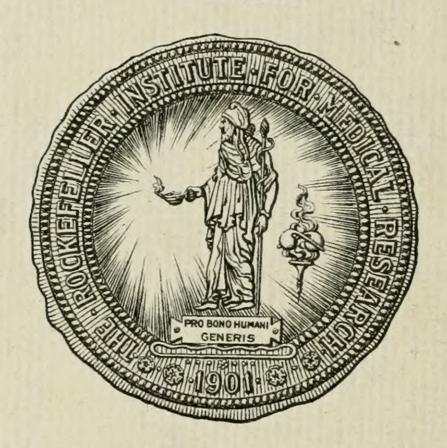



THE ROCKEFELLER · INSTITUTE · FOR · MEDICAL · RESEARCH
PRO BONO HUMANI GENERIS
1901





ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN
VON
LUDWIG JOST ∴ HANS KNIEP
FRIEDRICH OLTMANNS

ACHTER JAHRGANG

MIT 113 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 6 TAFELN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1916

Autoren- und Sach-Register.

I. Originalaufsätze.

II. Abbildungen.

a) Tafeln.

b) Textfiguren.

III. Originalmitteilungen und Sammelreferate.

IV. Besprechungen.

V. Verzeichnis der Autoren, deren Schriften nur dem Titel nach angeführt sind.

VI. Personalnachrichten.



Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze.

Von

Ludwig Jost.

Mit 12 Abbildungen im Text.

Die Versuche, über die hier berichtet werden soll, gehen von bekannten und viel genannten Versuchen Julius Sachs' aus. Sachs hat, wie uns de Vries (1873) berichtet, Sprosse nahe der Erde durchschnitten und hat dann untersucht, wieviel Wasser der basale Stumpf ausscheidet und wieviel der Gipfel aufnimmt. — Eine Pflanze von Nicotiana latissima gab aus dem Stumpf in fünf Tagen 15 ccm ab, während der Gipfel in derselben Zeit 200 ccm aufnahm. Die Wasseraufnahme ist demnach mehr wie 15 mal so groß als die Ausscheidung aus der Wurzel; ja wenn man die Verhältnisse am ersten Tage des Versuches betrachtet, ist sie sogar 20 mal so groß. Es ergibt sich also in diesem wie in den andern von de Vries ausgeführten Versuchen ein großes Mißverhältnis zwischen dem Wasserbedarf des transpirierenden Gipfels und der Wasserlieferung von seiten der Wurzel.

Die Schlußfolgerung, die man aus diesen Versuchen gewöhnlich zieht[1], ist die, daß der sogenannte Wurzeldruck bei weitem nicht ausreicht, um die Wassermengen zu liefern und zu heben, die der Gipfel in Gasform abgibt. Aber es läßt sich auch eine andere Betrachtung an diese Versuche anknüpfen. Es liegt zunächst kein Grund vor, daran zu zweifeln, daß der abgeschnittene Gipfel ungefähr ebenso viel Wasserdampf abgibt wie zuvor die intakte Pflanze. Wenn unter Umständen auch in kleinen Zeiträumen die Transpiration größer sein mag als die Wasseraufnahme[2], so muß doch im Laufe längerer Zeit unbe-

[1]) z. B. Jost, Vorles. über Pflanzenphys. 3. Aufl., S. 86.

[2]) Man vergl. hierzu Renner 1911. Hier auch andere Literatur.

dingt Gleichgewicht zwischen beiden Prozessen herrschen. Im Durchschnitt muß also in der intakten Pflanze ebenso viel Wasser durch die Wurzel eintreten wie der Gipfel verdunstet. Dieses Gleichgewicht ist nun aber durch die Zerlegung der Pflanze in zwei Teile augenblicklich gründlich zerstört. Die Ursachen dieser Störung können nun recht komplizierter Art sein. Sehen wir doch, daß auch andere Änderungen nach einem solchen Eingriff auftreten, wie z. B. Restitutionserscheinungen. Allein derartige Lebensprozesse brauchen Zeit; nach Stunden und selbst nach Tagen ist noch nichts von ihnen zu bemerken. Dagegen zeigt sich die Verminderung des Wasseraustrittes aus der Wurzel nach Dekapitation unmittelbar nach dem Eingriff, ja sie ist nicht selten anfangs noch viel größer als später, da ja bekanntlich viele Pflanzen, deren Stumpf blutet, in den ersten Stunden beträchtliche Wassermengen einsaugen. Es sieht demnach nicht so aus, als ob auf dem Wege komplizierter Reizverkettung die Änderung in der Tätigkeit der Wurzel erfolgt sei. Viel wahrscheinlicher — aber gewiß nicht bewiesen — ist es, daß rein physikalische Erscheinungen ihre Ursache sind. Nun führen ja gewisse Vorstellungen über die Mechanik des Wassertransportes in der Pflanze, so vor allem die sogenannte Kohäsionstheorie, zu der Annahme, daß die Transpirationssaugung der Blätter sich mit Hilfe der Gefäße bis in die Wurzeln hinein erstrecke. Demnach ist die beobachtete Erscheinung vom Standpunkt dieser Theorien ohne weiteres verständlich: mit dem Aufhören der Saugung schwindet auch die Wasserausgabe aus der Wurzel. So schien ein weiteres Experimentieren auf diesem Gebiete wohl geeignet, die genannten Theorien zu prüfen.

Da bei Renner (1911), der die wichtigsten Beiträge zur Kohäsionstheorie in neuster Zeit geliefert hat, derartige Versuche fast ganz fehlen, so habe ich sie angestellt. Naturgemäß zerfällt meine Arbeit in zwei Abschnitte, von denen der erste der Wasserausscheidung aus dem Stumpf, der zweite der Wasseraufnahme durch die Schnittfläche des Gipfels gewidmet ist. Namentlich bei den Versuchen des zweiten Teils wurde ich von Frl. Dr. M. M. Riß sehr eifrig unterstützt.

I. Wasserabgabe aus dem Stumpf.

Wenn wirklich die Verminderung des Wasseraustrittes aus der Wurzel eine Folge des Fehlens der Saugung ist, dann ist zu erwarten, daß die Ausscheidung wieder beginnt oder sich vergrößert, wenn eine beliebige Saugung, z. B. die der Wasserluftpumpe an dem Stumpf wirkt. Auch wird die Menge des ausgeschiedenen Wassers annähernd proportional der wirksamen Saugung sein müssen. In diesem Sinne haben sich schon Höhnel und Janse ausgesprochen. Höhnel (1876, S. 30) hat dabei auf einen Versuch von Sachs (Lehrbuch 4. Aufl., S. 658) hingewiesen, dem man freilich nicht viel Beweiskraft zuschreiben kann. Janse (1887) sagt: ». . . . . der Druck, dem die Gefäße in der stark transpirierenden Pflanze ausgesetzt sind« muß sich beim Abschneiden des Gipfels plötzlich steigern von der Minimalspannung der Holzluft (— 10 cm Quecksilber ungefähr), bis auf die der Atmosphäre. Demzufolge saugt ein Stengelstumpf in den ersten Augenblicken nach dem Abschneiden stets Wasser ein, und wenn die Ausscheidung anfängt, ist die dabei gelieferte Wassermenge nicht imstand, den Transpirationsverlust des abgeschnittenen Stengels zu ersetzen . . . . . . so wird es wahrscheinlich, daß wenn man die Versuche von Sachs wiederholt, doch so, daß die Schnittfläche des Stammstumpfes einem verminderten Atmosphärendruck ausgesetzt würde, die von den Wurzeln hervorgepreßte und die vom Gipfel aufgesogene Wasserquantität einander vielmehr gleich kommen würden.« Ausgeführt aber hat Janse solche Versuche nicht.

Über die Wasserabgabe von Pflanzenstumpfen, das sogenannte Bluten, liegt eine ziemlich umfangreiche Literatur vor, die 1893 von Wieler kritisch zusammengestellt und durch weitere Versuche ergänzt wurde. Es ist bekannt, daß manche Pflanzen, wie z. B. die Coniferen so gut wie gar nicht bluten, während andere leicht und reichlich bluten. — Über die Abhängigkeit des Blutens von inneren und äußeren Faktoren ist etwa folgendes für uns wichtig:

1. Ohne die Gegenwart von lebenden Zellen ist das Bluten unmöglich, beim Abtöten des Stumpfes hört es demnach sofort auf. Aber auch schon die Herabsetzung der Lebenstätigkeit

der lebenden Elemente z. B. durch Entziehung des Sauerstoffs oder durch Zugabe von Anaestetica hemmt, wie Wieler gezeigt hat, das Bluten beträchtlich.

2. Wichtig ist ferner der Wassergehalt des Bodens. Begießen fördert das Bluten mächtig[1], auch wenn der Boden zuvor keineswegs trocken war. Am besten wirkt nach Chamberlain (1897) eine andauernde tropfenweise Wasserzufuhr, während eine Übersättigung des Bodens mit Wasser sehr schädlich ist, vermutlich weil dann die Bodenluft verdrängt ist und Sauerstoffmangel herrscht. Dementsprechend zeigen auch Wasserkulturen im allgemeinen wenig Bluten[2].

3. Eine höhere Bodentemperatur steigert die Blutungstätigkeit.

4. Das Bluten dauert nach Herstellung der Schnittfläche bei verschiedenen Pflanzen ungleich lang, von einigen Tagen bis zu mehreren Monaten. Die Menge des austretenden Saftes pflegt bei Beginn und gegen den Schluß des Blutens geringer zu sein als in der Zwischenzeit, wo demnach ein Maximum des Ausflusses erreicht wird. In mehreren Fällen ist bei möglichst gleichbleibenden Außenverhältnissen eine tägliche Periodizität beobachtet worden (Baranetzki 1873, Wieler 1893, Chamberlain 1897), die in ihren Ursachen noch nicht genügend aufgeklärt ist. Das Maximum liegt bei verschiedenen Pflanzen zu verschiedenen Tageszeiten; auch die einzelnen Individuen können sich ungleich verhalten. (Wieler, 1893, S. 136.)

5. Abgesehen von dem eben erwähnten Nachlassen des Blutens aus inneren Gründen kann ein solches auch durch Verstopfung der Schnittfläche eintreten, die ihrerseits durch Schleim, Thyllen, Bakterien usw. bedingt sein kann, und bei manchen Pflanzen sehr rasch, bei anderen (z. B. Senecio mikanoides nach Chamberlain) sehr langsam erfolgt. Ein von Zeit zu Zeit vorgenommenes Abtragen der Schnittfläche ist demnach im allgemeinen nützlich.

6. Von ganz besonderer Wichtigkeit für die hier zu behandelnden Fragen ist nun aber die Abhängigkeit der Blutungsmenge vom Druck, der auf der Schnittfläche lastet. Mit dem

[1]) Baranetzki 1873, S. 31.

[2]) Chamberlain 1897, S. 328.

sogenannten Blutungsdruck, d. h. dem Druck, durch den das Bluten gerade sistiert wird, haben sich zahllose Untersuchungen beschäftigt. Da aber in der transpirierenden Pflanze derartige große Drucke niemals auf den Wasserbahnen der Wurzel lasten, so kann diese Seite des Problems hier ganz unerörtert bleiben. Es sei nur kurz auf die Untersuchungen von Chamberlain verwiesen, die auch in diesem Punkt zu Resultaten kamen, die von denen früherer Forscher abweichen[1]. Was für unsere Fragen in Betracht kommt, ist der Einfluß kleiner Drucke, z. B. von Atmosphärengröße und noch kleinerer sogenannter »negativer« Drucke, auf die Menge des Blutungssaftes. Hierüber liegt nur eine kleine Literatur vor.

1886 führte Max Scheit folgende Versuche aus: Eine ganze Anzahl von Pflanzen gibt bei Atmosphärendruck aus dem Wurzelstumpf kein Wasser ab, sondern saugt eher Wasser ein. Die Mehrzahl von diesen gab aber Wasser beim Saugen mit der Luftpumpe ab; nur bei Salix caprea, Acer platanoides und Rhamnus cathartica war ein solcher Erfolg nicht zu bemerken. In vielen Fällen trat das Wasser sofort nach Aufhören der Saugung wieder in den Holzkörper zurück, so daß es zweifelhaft blieb, ob es nicht einfach durch die Expansion der Gefäßluft nach außen gedrückt worden war. Aber auch in den Fällen, wo das ausgesaugte Wasser nicht mehr zurücksank, lassen die Versuche keine weitgehenden Schlüsse zu. Es fehlt durchaus eine Messung der ausgetretenen Wassermenge etwa bei dauernder maximaler Pumpensaugung. — Wieler 1893 hat die Versuche Scheits erweitert; er findet neben Pflanzen, die nur während der Saugung Wasser austreten lassen, auch solche, wo nach Aufhören der Saugung das Bluten fortgesetzt wird. Wenn auch alle Angaben über die Größe der Transpiration bei seinen Pflanzen fehlen, so sind doch die durch Saugung gewonnenen Wassermengen unter allen Umständen derart geringfügig, daß sie bestimmt nicht genügen können, um die Transpiration zu decken. — Außer bei Wieler und Scheit finden sich ferner bei Chamberlain sehr eingehende Versuche über den Einfluß des Druckes auf das Bluten. Da diese Arbeit wenig bekannt geworden ist, so empfiehlt es sich, näher auf sie

[1]) Nach Chamberlain gibt es einen solchen Maximaldruck überhaupt nicht.

einzugehen, obwohl sich dabei zeigen wird, daß sie das Problem nicht ganz in dem Sinn angreift, wie es hier gedacht ist.

Nach Chamberlain sind die Beziehungen zwischen Druck und Saftausfluß auf alle Fälle sehr viel komplizierter als man im allgemeinen annahm. Es ist zu unterscheiden zwischen der Wirkung eines plötzlichen Druckwechsels und einer langsam herbeigeführten und dauernden Druckänderung. Eine plötzliche Drucksteigerung führt zur Verminderung des Ausflusses oder gar zu einem Zurücktreten des Wassers in den Stamm. Eine ebensolche Druckverminderung bedingt eine Steigerung der Ausscheidung. Diese Reaktionen auf plötzliche Druckschwankungen verlaufen sehr rasch und hängen in ihrem Ausmaß von der Größe und Geschwindigkeit der Druckänderung, außerdem aber auch von der Dauer der vorausgehenden Druckwirkung ab. Ist die durch den Übergang bedingte Reaktion ausgeklungen, so zeigt sich, daß im allgemeinen der Saftausfluß nach Erhöhung des Druckes zunimmt, nach Verminderung abnimmt, doch kann bei den allerverschiedensten Druckhöhen die gleiche Blutungsmenge auftreten. Bei konstantem Druck soll die Blutungsmenge eventuell bis Null abnehmen, ganz einerlei ob der Druck klein oder groß ist[1]. Demnach kann durch Druckschwankungen die Ausflußmenge vergrößert werden.

Es wird nützlich sein die Versuche Chamberlains zu wiederholen. Es wäre dann vor allem zu untersuchen, ob alle Reaktionen, die er beobachtete, vor allem die auf plötzliche Änderung eintretenden, vitale Vorgänge sind oder nicht[2]. Es wären außerdem größere positive und vor allem größere negative Drucke zu verwenden, denn bei Chamberlain variieren diese nur zwischen + 200 und — 30 cm Wasser.

1.

Die Versuchsanordnung bei den im folgenden mitgeteilten Versuchen weicht im allgemeinen so sehr von der Chamberlains ab, daß schon aus diesem Grunde seine Resultate nicht erhalten werden konnten. Aber auch da, wo die Versuchsbedingungen den seinen ähnlich waren, habe ich ebenso wie die

[1]) Vgl. Anm. auf Seite 4.

[2]) Vgl. Pfeffer, 1897, S. 243, Anm. 3.

älteren Autoren ganz abweichende Resultate erhalten. Dies im Einzelnen auszuführen hat keinen Zweck, da eben, wie gesagt, eine Wiederholung der Chamberlainschen Versuche doch nötig ist.

Versuche mit Ricinus communis.

Versuch 1. Zur Verwendung kommen zwei annähernd gleichgroße, einjährige Topfpflanzen. Der Versuch wird im Juni bei trübem und kühlem Wetter im Zimmer ausgeführt. Der Topf der Pflanze A wird nach tüchtigem Begießen in Guttaperchapapier eingeschlagen. Durch wiederholte Wägung wird ihr Transpirationsverlust bestimmt. Pflanze B wird dekapitiert; ihre Spitze a wird in Wasser gestellt und der Transpirationsverlust wie bei A durch Wägung bestimmt. Dem Stumpf b wird ein Eudiometer aufgesetzt. Durch Saugen mit der Wasserluftpumpe wird die Luft im oberen Teil dieses Eudiometers manchmal verdünnt. Als Maß der Saugung dient die Höhe einer Quecksilbersäule, die mit dem Luftraum des Eudiometers kommuniziert. Schon durch die reichlich austretende Luft bleibt die Saugung nicht konstant. Es wird deshalb von Zeit zu Zeit die Pumpe wieder angesetzt. Der Luftdruck ist hier und in den anderen ähnlichen Versuchen nicht bestimmt worden, da für die rohen Messungen der Saugung der Angabe der Quecksilberhöhe völlig genügt.

23. VI. 1914

Transpiration von A von 9h—9h 10,5, also pro h: 0,87
Transpiration von B, a „ 11h—9h 8,3, „ „ h: 0,83
Ausscheidung von B, b:

	11—2½	2½—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9
Saugung in cm Hg	0	0	31	31	31	0	0
ccm Aufnahme total	1,25	0,6	0,9	0,7	0,6	0,35	0,45
„ „ pro h	0,35	0,4	0,9	0,7	0,6	0,35	0,45

24. VI. 1914

	Sa.
Transpiration von A vom 23. VI. 9 h p bis 24. VI. 8 h 4,5; von 8 h—5 h 14	29
also pro h 0,4; 1,5	0,9
Transpiraton von B, a vom 23. VI. 9 h p bis 24. VI. 8 h 2,1; von 8 h—5 h 8,0	18,4
also pro h 0,2; 0,9	0,6

Wasserabgabe von B, b:

	9p—8a	8—9	9—10	10—11	11—12	12—5	Sa.
Saugung in cm Hg	0	35	35	35	35	35	—
ccm Aufnahme total	4,8	0,9	0,75	0,60	0,60	2,3	14,7
„ „ pro h	0,44	0,9	0,75	0,60	0,60	0,46	0,49

Ergebnis. Die Transpiration der abgeschnittenen Spitze ist namentlich am zweiten Tag erheblich hinter der intakten Pflanze zurückgeblieben. Der Stumpf gibt aber noch viel weniger ab als die Spitze transpiriert, obwohl die Bedingungen für die Transpiration sehr ungünstig sind. Eine fördernde Wirkung der Saugung von 31 bis 35 cm Hg macht sich nur anfangs geltend. Im ganzen wird bei Saugung pro Stunde 0,60 ccm Wasser ausgeschieden, ohne Saugung 0,41 ccm.

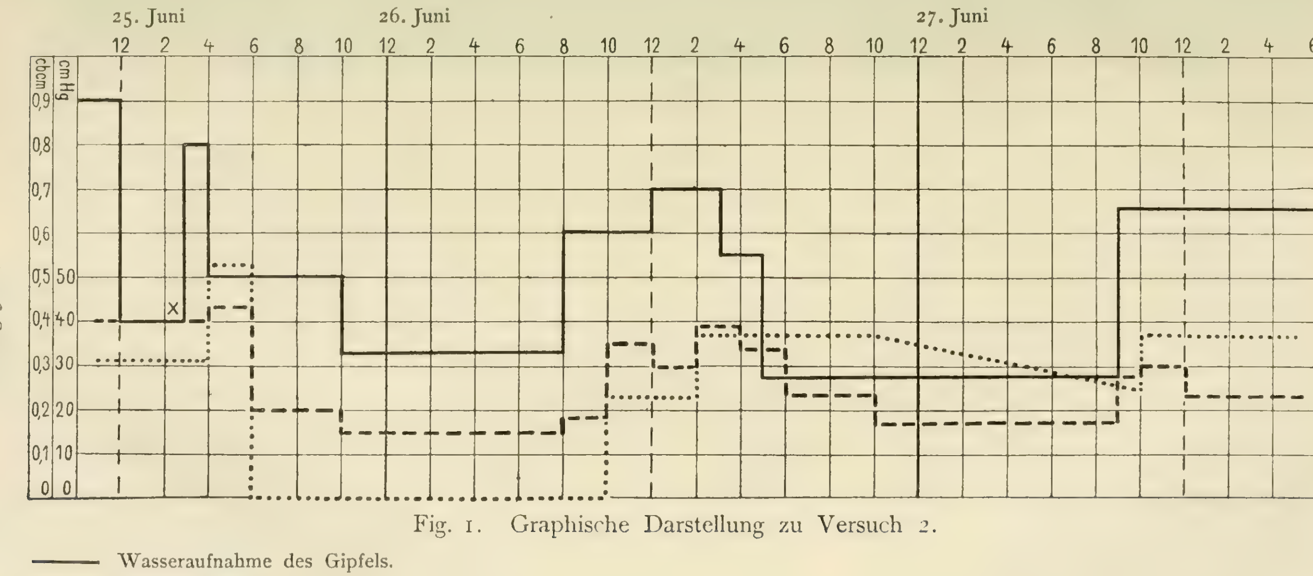


Fig. 1. Graphische Darstellung zu Versuch 2.

—— Wasseraufnahme des Gipfels.
– – – Ausscheidung des Stumpfes.
. . . . Saugung in cm Hg.
X Erneuerung der Schnittfläche.

Versuch 2. Eine Rizinuspflanze wird am 25. Juni 1914, 11 h, dekapitiert. Der Gipfel nimmt Wasser aus einem Eudiometer auf. Der Stumpf erhält ebenfalls ein Eudiometer, an dem zeitweise gesaugt wird, wie im vorigen Versuch. Die Pflanze steht im Laboratorium; Wetter kühl, trüb. Die Resultate sind graphisch dargestellt. (Fig. 1.)

Ergebnis. Die Wasseraufnahme des Gipfels ist im ganzen eine sehr geringe. Sie nimmt gleich bei Beginn des Versuches rapid ab und hebt sich nach Anfertigung einer neuen Schnittfläche nur vorübergehend. Sie ist am Tage beträchtlich größer als in der Nacht. — Die Wasserausscheidung von seiten des Stumpfes bleibt stets, auch bei der stärksten Saugung hinter der Aufnahme des Gipfels zurück. Über ihre Abhängigkeit von der Saugung kann kein Zweifel bestehen. Hebung der Ausscheidung mit Verstärkung der Saugung ist zu sehen am ersten Tag 4 h p., am zweiten Tag 10 und 2 h, Senkung bei Abnahme der Saugung am ersten Tag 6 h p. Die Saugung gibt aber in der ersten Stunde immer größere Werte als später. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind manche Eigentümlichkeiten der Kurve auch durch die Periodizität des Blutens bedingt. (Nächtliches Minimum.)

Versuch 3. Die Pflanze gibt an warmem, sonnigem Tag im Freien von 10 bis $5^1/_2$ h 100 g Wasserdampf ab. Dann wird sie dekapitiert und der Gipfel nimmt

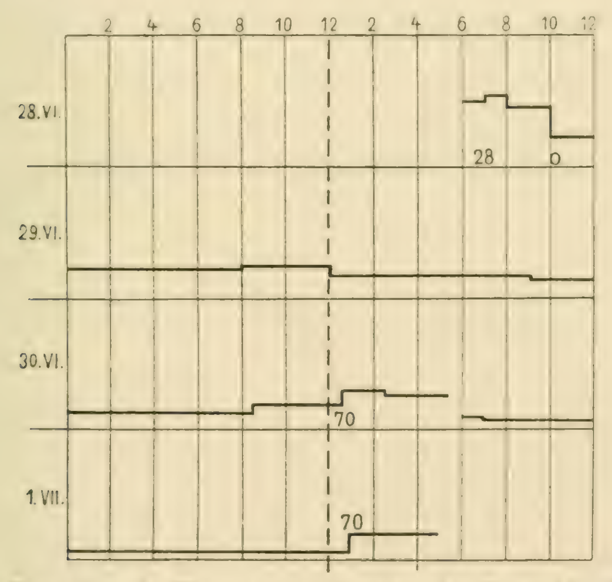


Fig. 2. Darstellung der Wasserausscheidung aus dem Stumpf der Pflanze des Versuchs 3. Eine Ordinate von 6 mm Höhe entspricht 1 ccm. Die Zahlen über der Abszisse geben die Saugung in cm Hg an.

im Zimmer bis zum nächsten Morgen noch 22,5 g auf. Nimmt man an, daß er die gleiche Wassermenge auch durch Transpiration verlor, so würde die Transpiration

in 22 Stunden 122,5 g betragen, in der Stunde also 5,5 g. Die Wasserabgabe des Stumpfes ist graphisch dargestellt. (Fig. 2, S. 9.)

Da bei Saugversuchen durch Luftaustritt aus der Pflanze die Quecksilbersäule rasch fällt, so wird eine $^1/_2$-Literflasche als Reservoir für die durch Saugung verdünnte Luft eingeschaltet. So bleibt die Saugung lange Zeit ziemlich konstant.

Ergebnis. Hier bleibt die Ausscheidung des Stumpfes sehr stark hinter der Transpiration bzw. Aufnahme des Gipfels zurück; sie ist aber unmittelbar nach der Entgipfelung auffallend stark und wird in diesem Moment durch die einsetzende Saugung wenig beeinflußt. Nachdem der Stumpf am zweiten Tag bei Atmosphärendruck verweilt hat, macht sich am dritten und am vierten Tag die Saugung sehr deutlich geltend.

Versuch 4. Die Pflanze verliert am 28. Juni 1914 in freier Sonne an einem hellen warmen Tag 87 g von 10 bis $5^1/_2$ h, also 11,6 g pro h. Bis zum anderen

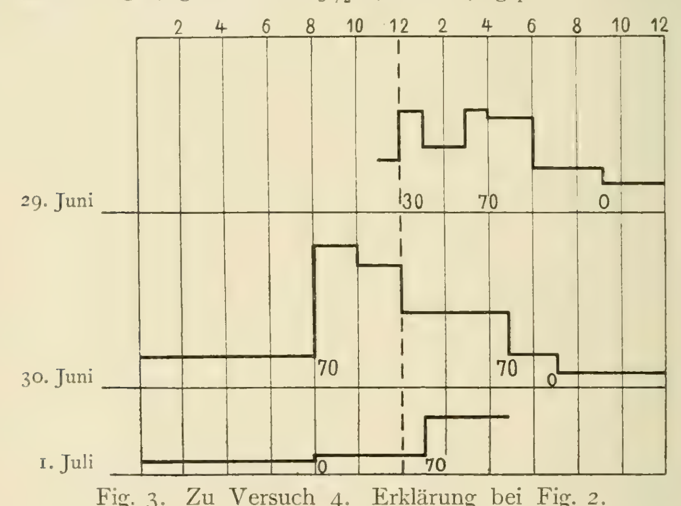


Fig. 3. Zu Versuch 4. Erklärung bei Fig. 2.

Morgen 8 h im Zimmer weitere 25 g verloren, also 1,7 g pro h. Darauf von 8 bis 11 wieder im Garten in der Sonne 45,5 g = 15,2 g pro h. Sodann wird die Pflanze unter Wasser dekapitiert und die Aufnahme des Gipfels, die Abgabe der Basis gemessen. Der Gipfel nahm auf:

	29. VI.			30. VI. 1914	
	$11—2^1/_2$	$2^1/_2—6$	$6—9^1/_2$	Nacht bis 8 h	$8—11^1/_2$
im ganzen . .	8,5	5,5	2,5	5	7
pro h	2,4	1,6	0,7	0,5	2,0

Die Wasseraufnahme des abgeschnittenen Gipfels fand am 29. Juni im Zimmer statt und sank wohl aus diesem Grund sehr schnell. Am 30. Juni aber in voller Sonne welkt dann der Zweig rasch. Ursache vermutlich Gefäßverstopfung.

Die Abgabe des Stumpfes ist wieder graphisch dargestellt. (Fig. 3.)

Ergebnis. Auch hier zeigt sich besonders beim Beginn der Saugung eine sehr beträchtliche Zunahme der Wasserausscheidung.

Gesamtergebnis der Rizinusversuche. Die Versuche dienen nur der ersten Orientierung. Sie lassen keinen Zweifel darüber, daß durch Verminderung des auf der Schnittfläche eines Stumpfes lastenden Druckes die Wasserausscheidung bedeutend vermehrt werden kann. Niemals aber erreicht die Ausscheidung einen so großen Wert, daß sie das Transpirationsbedürfnis des Gipfels decken kann, selbst wenn dieser im Zimmer steht, erst recht nicht, wenn er der vollen Sonne ausgesetzt ist. Zu weiteren Betrachtungen reichen die Versuche nicht aus.

Versuche mit Cobaea scandens.

Versuch 5. Zwei einjährige Topfpflanzen von Cobaea, die bisher im Gewächshaus kultiviert worden waren, werden am 16. Juni dekapitiert. Die Stumpfe werden mit Eudiometer versehen in einem dunklen Raum von annähernd konstanter Temperatur aufgestellt. Die Ausscheidung wird wenigstens tagsüber meist jede Stunde gemessen. Wenn die Flüssigkeit im Eudiometer zu hoch gestiegen war, wurde sie zum Teil entfernt. Da die Erniedrigung der auf die Schnittfläche drückenden Wassersäule um einige 20 cm nirgends einen sichtbaren Einfluß hatte, wird weder hier noch bei anderen Versuchen weiter von diesen Niveauerniedrigungen geredet. Die Stundenwerte der Ausscheidung der beiden Pflanzen sind die folgenden:

		Hundertstel ccm														
		Nacht	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10
16. Juni	A								52		40		26			
	B								31		29		24			
17. Juni	A	10	18	22	20	19**	67	54	50	50	42	44	42		40	
	B	27	32	37	35	35	35	30	33	30	29	28	28		27	
18. Juni	A	45	50	50	47*	59	59	65	54	56	60	54				
	B	21**	51	50	50*	50	55	50	38	42	40	38				

**) Dann begossen. *) Schnittfläche erneuert.

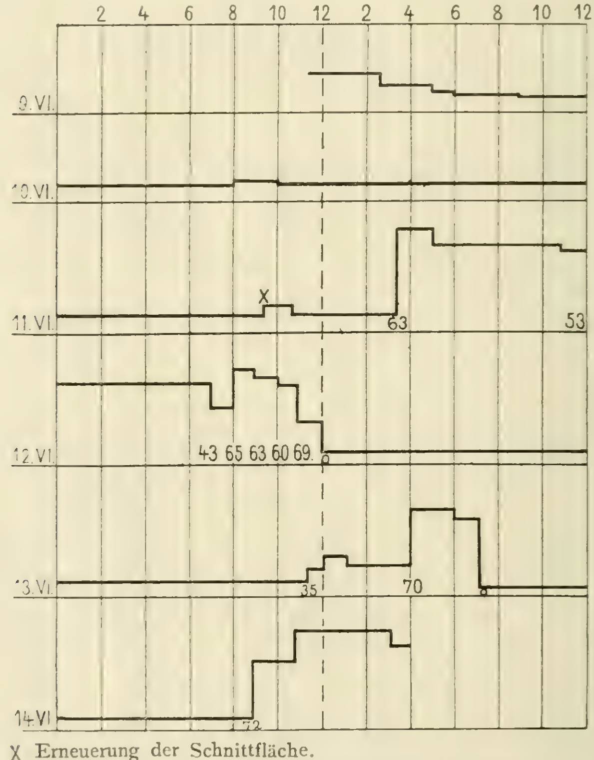
Ergebnis. Der Versuch zeigt zweierlei: Einmal eine deutliche Periodizität, Minimum bei Nacht, Maximum am Tag, zweitens aber den enormen Einfluß, den das Begießen ausübt (A 17. Juni 12 h, B 18. Juni 8 h), obwohl die Erde zuvor keineswegs trocken war.

Versuch 6. Eine einjährige Pflanze wird mit dem Topf in einen umhüllenden Zinktopf gestellt, der einen aus zwei Halbkreisen bestehenden Klappdeckel hat. Dieser hat zum Durchlassen des Stengels einen Ausschnitt.

Die Ritzen zwischen Deckel und Pflanze werden mit Watte verstopft. Ein Kontrollversuch zeigt, daß ein so hergerichteter Topf auch in voller Sonne kein Wasser abgibt. Die Pflanze wird nun zwei Tage lang, vom 7. Juni 11 h bis zum 9 Juni 11 h im Gewächshaus auf ihre Transpiration untersucht. Tagsüber herrschte warmes helles Wetter, die erste Nacht war warm, in der zweiten trat durch Gewitter Abkühlung ein.

Transpiration in den ersten 24 h 187 g, pro h	7,8	Mittel
„ „ „ zweiten 24 h 150 g, „ h	6,2	7,0
Maximalwerte zwischen 11 und 5 h (1 Tag) pro h	18,0	16,3
„ „ 11 „ 5 h (2 „) „ h	14,6	

Am 9. Juni 11 h wird die Pflanze dekapitiert. Die Ausscheidung des Stumpfes, die im Dunkeln und bei konstanter Temperatur erfolgt, ist graphisch dargestellt. (Fig. 4.)



X Erneuerung der Schnittfläche.

Fig. 4. Zu Versuch 6. Erklärung bei Fig. 2.

Die Kurve gibt die in der Stunde ausgeschiedenen ccm Wasser an; wenn die Saugung einsetzt, ist die Höhe der saugenden Hg-Säule in Zahlen direkt über der Abszisse eingetragen.

Ergebnis. Die Ausscheidung ist in den ersten Stunden nach der Dekapitation auffallend viel größer als später, am Abend. Sie sinkt da etwa auf die Hälfte des Anfangswertes. Dieser niedrigere Wert bleibt dann vom 9. Juni abends bis 11. Juni nachmittags mit ganz geringen Schwankungen erhalten; die Anbringung einer neuen Schnittfläche 11. Juni, 9 Uhr, hat nur geringen, vorübergehenden Erfolg. Eine Saugung von 63 cm Hg, die 3 h nachmittags beginnt und im Laufe der Nacht allmählich auf 43 sinkt und auch tagsüber nicht ganz konstant erhalten werden kann, läßt die Ausscheidung etwa auf das vierfache anschwellen. Auffallend ist die Abnahme am 12. Juni, 11 bis 12 Uhr, obwohl die Saugung hier noch verstärkt wurde. — Dann bleibt der Stumpf wieder 24 h bei Atmosphärendruck. Der hierbei erzielte Wert steigt etwa auf das Doppelte, wenn mit 35 cm Hg gesaugt wird, aufs fünffache bei 70 cm Saugung. Noch größeren Erfolg ergibt die Saugung am 14. Juni.

Rechnet man bei dem letzten Versuch mit einem Mittelwert der Transpiration von 7 g pro Stunde, so kann man nach den von Renner durchgeführten Betrachtungen sagen: Bei maximaler Saugung[1] der Luftpumpe wird die Wasserausscheidung von 0,4 auf 2,0 g gesteigert, durch die Tätigkeit der Blätter aber auf 7 g. Es verhält sich also $\frac{\text{Blattsaugung}}{\text{Pumpensaugung}} = \frac{7-0{,}4}{2-0{,}4} = \frac{6{,}6}{1{,}6} = 4$. Die Blätter müssen also einen negativen Druck von drei Atmosphären erzielen, wenn wirklich rein mechanisch durch ihre Saugung das nötige Wasser der Wurzel entzogen werden soll. Nimmt man aber an, daß auch während der maximalen Transpiration Gleichheit zwischen Wasserabgabe durch die Blätter und Wasserlieferung durch die Wurzel besteht, so bekommt man den Wert $\frac{16{,}3-0{,}4}{2{,}0-0{,}4} = \frac{15{,}9}{1{,}6} = 10$, d. h. der negative Druck beträgt neun Atmosphären. Erheblich größere Werte würde man erhalten, wenn man die bei 35 cm Saugung beobachtete Ausscheidung der Rechnung zugrunde legen wollte. Da eine direkte Proportionalität zwischen der Wirkung der 35 cm- und der 72 cm-Saugung nicht besteht, so kann man annehmen, daß auch bei noch höherer Saugung der Effekt rascher steigt, mit anderen Worten, daß die eben errechneten Werte des negativen Druckes doch zu hoch sind. Auf alle Fälle aber muß man negative Drucke von einer Höhe annehmen, wie sie bisher bei der Wasseraufnahme einer intakten niedrigen Pflanze nicht vorausgesetzt worden sind.

Nach diesen Ergebnissen tauchte die Frage auf, ob eine der-

[1]) Diese der Kürze wegen zu 76 cm Hg gerechnet!

artige Rechnung erlaubt ist. Sie ist es nur dann, wenn die Saugung der Blätter und der Pumpe auf die Wurzel gerade so wirkt wie auf eine poröse Tonzelle, die in Wasser taucht. Es war also zu untersuchen ob die Saugung rein physikalisch wirkt, indem sie eine Filtration des Bodenwassers durch die Parenchymzellen der Wurzelrinde herbeiführt, oder vital, indem sie das Protoplasma dieser Zellen affiziert. Im letzteren Fall könnte es sich um eine Reizwirkung handeln, wenn durch die Druckverminderung die Wasserausscheidung der Wurzelzellen stimuliert würde, es könnte aber auch ein einfacherer Prozeß vorliegen, wenn der Filtrationswiderstand des Plasmas durch die Saugung verringert würde. Die Versuche, die zur Entscheidung dieser Fragen angestellt wurden, setzten sich das Ziel, vor allem durch Verdrängung des Sauerstoffs in der Erde durch Wasser oder durch Einleitung von Wasserstoff die Tätigkeit der lebenden Zellen möglichst auszuschließen. Vollkommen gelang das nicht, doch bieten die Versuche immerhin einiges Interesse.

Versuch 7. Zwei kräftige einjährige Pflanzen von Cobaea werden am 30. Sept. dekapitiert. Die beiden Stumpfe kommen, mit Eudiometer versehen, in konstante Temperatur (22°) im dunklen Raum. Ihre Wasserausscheidung ist in Fig. 5 u. 6 graphisch dargestellt. Die Pflanze B (Fig. 5), wird am 1. Oktober in ausgekochtes Wasser gestellt, so daß der ganze Topf völlig eintaucht. Zuerst starke Vermehrung der Wasserausscheidung, bald aber Rückgang. Am Morgen des 2. Oktober wird viel weniger Wasser ausgeschieden als bei der Kontrollpflanze A. Am 3. Oktober wird nicht beobachtet und am Morgen des 4. nimmt die Wurzel dauernd Wasser auf, sie ist tot. Die Pflanze A (Fig. 6), wird am 4. Oktober starker Saugung unterworfen, die bis 6. Oktober 4 h andauert, wenn auch nicht immer ganz konstant. Die Wasserausscheidung wird etwa verdrei- bis vervierfacht. Durch Untertauchen des Topfes unter Wasser bei andauernder Saugung wird die Wasserabgabe zuerst noch kräftig gesteigert, erfährt aber bald einen energischen Abfall. Am Ende des 5., am Anfang des 6. Oktobers wird ungefähr so viel Wasser geliefert, als ohne Saugung und ohne Eintauchen zu erwarten wäre. Mit Aufhören des Eintauchens

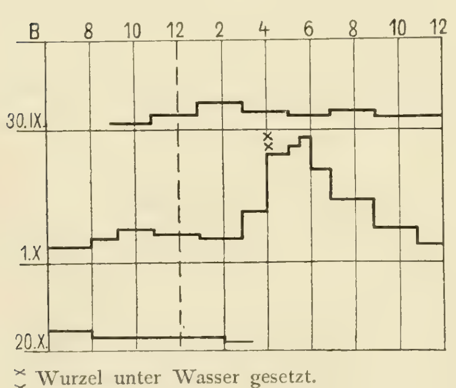


Fig. 5. Zu Versuch 7, Pflanze B. Eine Ordinate von 6 mm entspricht einem ccm.

steigt die Kurve wieder, freilich ohne ihr früheres Maximum zu erlangen. Es ist also vielleicht schon eine Schädigung, aber keine Abtötung der wasserliefernden

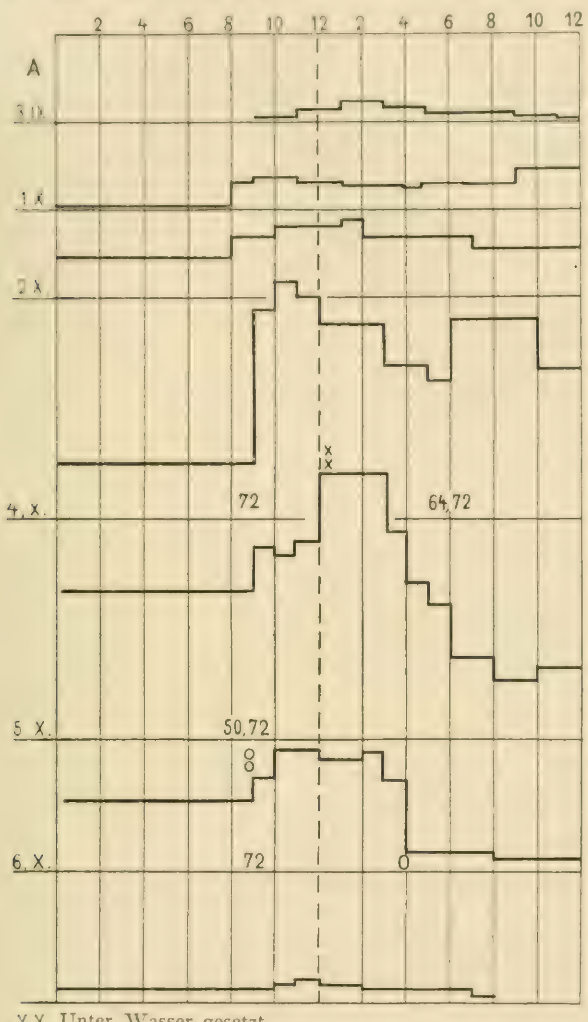


Fig. 6. Zu Versuch 7, Pflanze A. Erklärung bei Fig. 2.

Wurzelzellen erfolgt. Nach Aufhören der Saugung, 6. September 4 h, weitere Abnahme der Wassersekretion.

Versuch 8. Ein Stumpf von Cobaea wurde bei rasch wechselnden Drucken gehalten. Das Eintauchen des Topfes in Wasser hat, wie beim vorigen Versuch, zu-

nächst eine rapide Zunahme, dann ebenso rasche Abnahme der Wasserausgabe zur Folge. Die am 28. Juli 12 h einsetzende Saugung bringt die Ausscheidung bei weitem nicht mehr auf den Wert, den sie am Morgen vor der Eintauchung der Wurzel hatte. Die am nächsten Morgen erhöhte Wasserausgabe bei Saugung deutet schon auf beginnendes Absterben der Wurzel durch O.-Mangel hin. Bald darauf wird die Wurzel durch Hitze getötet; darauf gibt sie bei Saugung erheblich mehr ab, ohne Saugung dagegen schluckt sie jetzt Wasser ein.

		8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	Nacht
27. Juli	Saugung cm Hg												0	71	70	0
	Wasserausscheidung cbcm												0,8	1,1	1,5	0,52
28. Juli	Saugung	71	71	71 *	0	0	0	71	71	71	71	71	71	71	71	0
	Ausscheidung	3,0	3,1	6,2	0,9	0,6	0	1,8	1,4	1,1	1,1	1,3	1,3	1,5	1,5	0,08
29. Juli	Saugung	71	71	71	71					71						
	Wasserausscheidung	3,9	3,6	** 3,8	4,1	nach Abtötung durch Hitze				14,5						

*) Topf in Wasser eingetaucht. **) Wasser abgelassen.

Versuche mit Sanchezia nobilis.

Anstatt durch Wasser den Sauerstoff aus der Erde zu verdrängen, wurde nach Wielers Vorgang auch versucht durch Einleitung von Wasserstoff zum gleichen Ziel zu gelangen. Dazu dienten Pflanzen von Sanchezia.

Versuch 9. Die unverzweigte Pflanze wird am 28. November dekapitiert. Der Stumpf erhält ein Eudiometer und wird auf eine geschliffene Glasplatte gestellt, auf die dann eine Luftpumpenglocke aufgedichtet wird. Durch einen Kautschukstopfen im Tubulus der Glocke geht der Stengel der Pflanze nach außen und außerdem noch eine Glasröhre, durch die Wasserstoff eingeleitet werden kann. Dieser stammte teils aus einem Kippschen Apparat, teils aus einer Bombe und war vor dem Eintritt in die Glocke gereinigt. Das oberste Ende des Blumentopfes war aus räumlichen Gründen weggeschlagen und durch Guttaperchapapier ersetzt. Die Pflanze stand in einem wenig geheizten Zimmer des Laboratoriums bei wechselnder Temperatur, 10—20^0.

Noch ehe Erfahrungen über den Gang des Blutens gemacht waren, beginnt am 28. November 3 h die Einleitung von Wasserstoff, die 24 Stunden fortgesetzt wird. Dann wird bis 3 h am 30. November wieder atmosphärische Luft eingeleitet und dann

wieder Wasserstoff. Es gelang durchaus nicht, den Sauerstoff völlig zu vertreiben, das austretende Gas war stets Knallgas. Am 3. Tag 9½ h, bis zum 4. Tag 5 h Saugung von 38 cm. — Die Wasserausscheidung ist in Fig. 7, S. 18, dargestellt.

Ergebnis. Die Einleitung von Wasserstoff drückt die Ausscheidung nach kurzer Steigerung langsam herab ohne sie ganz zu sistieren. Nach Luftzutritt rasche Zunahme. Eine Saugung von 38 cm Hg steigert wieder die Ausscheidung sehr. Wasserstoffeinleitung bei Fortdauer dieser Saugung drückt die Ausscheidung weit unter das Maß, das sie ohne Saugung besaß. Die Pflanze hat durch die wiederholte Behandlung mit Wasserstoff durchaus nicht gelitten, sie diente noch zu einer Reihe von Versuchen bis zum 6. Dezember. Diese betreffen den Einfluß einer Saugung auf die Wasseraufnahme, und ergeben nichts anderes als bei Cobaea gefunden wurde.

Versuch 10. Auch gegen das Untertauchen in Wasser ist Sanchezia sehr resistent, gibt aber dabei erheblich weniger Wasser ab als zuvor. Die Pflanze wird am 1. Oktober dekapitiert. Sie gibt an diesem Tag wenig ab. Wasserausscheidung an den folgenden Tagen:

	Nacht	8–9	9–10	10–11	11–12	12–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–8	8–10
2. Oktober		0,6	0,7	0,7	0,65	0,65	0,7	0,6					
3. Oktober	nicht beobachtet. Durchschnittlich vom 2. X. abends bis 4. X. morgens 9 h. 0,6 pro h												
4. Oktober			0,52*	0,5	0,5	0,33			0,25		0,25	0,29	
5. Oktober	0,24	0,35	0,35	0,20	0,15**	0,25			0,35	0,40	0,50	0,55	0,60
6. Oktober	0,5	0,40	0,45	0,33									

*) unter Wasser. **) Wasser abgelassen.

Die langsame Wirkung des Wasserstoffes in obigen Versuchen legt den Wunsch nahe, den Blumentopf und die Erde mit ihren absorbierenden Wirkungen ganz auszuschließen, also Wasserkulturen zu verwenden. Mit Cobaea gaben diese überhaupt keine guten Resultate; Sanchezia wuchs auch in kleinen Gläsern vortrefflich, wenigstens im Sommer. Aber nach Dekapitation ergab sich eine derart geringe Wasserausscheidung, daß nicht mit ihr zu experimentieren war. Ebenso verhielten sich Wasserkulturen von Phaseolus. Man vergleiche die S. 4 erwähnten Erfahrungen von Chamberlain. — Einige mit Phaseolus angestellte Versuche dürften dennoch von Interesse sein. Es handelt sich um Wasserkulturen, die im Herbst im Gewächshause zu mäßiger Entwicklung gelangt waren und im Dezember,

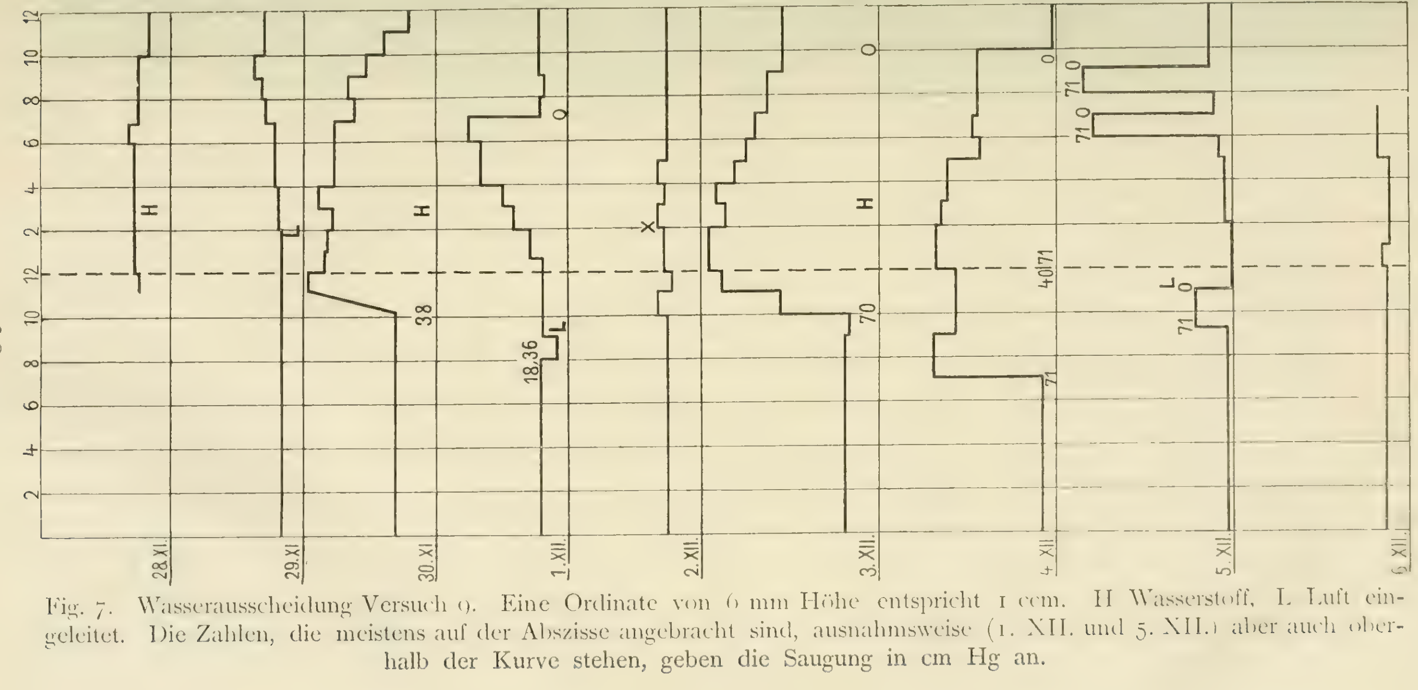


Fig. 7. Wasserausscheidung Versuch 9. Eine Ordinate von 6 mm Höhe entspricht 1 ccm. H Wasserstoff, L Luft eingeleitet. Die Zahlen, die meistens auf der Abszisse angebracht sind, ausnahmsweise (1. XII. und 5. XII.) aber auch oberhalb der Kurve stehen, geben die Saugung in cm Hg an.

nachdem sie außer den Primärblättern noch 3 bis 4 Folgeblätter entfaltet hatten, im Laboratorium zum Versuch verwendet wurden.

Versuch 11. Der Stumpf gibt bei längerer Beobachtung kein Wasser ab, während nach Erfahrung an zwei anderen ähnlichen Pflanzen durch Transpiration pro h 0,4—0,7 ccm vor der Dekapitation ihn durchströmt haben mußten. Es konnte meistens nur eine Saugung von 36 cm Hg angewandt werden, da bei stärkerem Saugen oft so viel Luft austrat, daß das Ablesen unmöglich wurde und selbst Flüssigkeit aus dem Eudiometer mit fortgerissen wurde. Mehrere Versuche mit Wasserstoffeinleitung in das Kulturgefäß ergaben keine sicheren Resultate. Dagegen machte sich ein sehr starker Einfluß der Temperatur geltend:

Stumpf A gibt Wasser ab:

Saugung	Temperatur	pro h	
35 cm	18°		0,2—0,25
35 cm	2°	10—12 h	0,25
		12—3 h	0,1
		3—6 h	0,1
35 cm	32°	8—1 h	0,7

Stumpf B gibt Wasser ab:

Saugung	Temperatur	pro h	
36 cm	14°	12 —1 h	0,1
		1 —2½ h	0,07
		2½—4½ h	0,05
	28°	4½—7 h	0,24
		7 —8 h	0,18
	nachts allmählich	8 —9½ h	0,36
	auf 14° sinkend	nachts	0,20
65 cm	16°	vorm. 10—11	0,3
		11—12	0,35

Die Versuche zeigen deutlich, daß auch bei solchen Wasserkulturen die Wasserabgabe durch Saugung gesteigert wird; ferner daß auch die Temperatur den Vorgang stark beeinflußt. Die Werte sind aber hier und in anderen Versuchen so schwankend, daß man keine quantitativen Beziehungen zwischen Temperatur und Wasserausscheidung aus ihnen entnehmen kann. — Mit Phaseolus und zwar auch mit einer Wasserkultur ist der einzige Versuch ausgeführt, den Renner (1911, S. 238; vgl. auch 1912, S. 646) mitgeteilt hat. Sein Resultat weicht weit von dem unsrigen ab. Durch Saugung am Stumpf mit der Pumpe kann mehr Wasser gewonnen werden als durch den transpirierenden Gipfel. Woran die Verschiedenheit liegen mag, bleibt unbekannt. In meinen Versuchen war jede Ver-

letzung der Wurzel ausgeschlossen, da sie in dem Gefäß blieb, in dem sie sich entwickelt hatte.

Ergebnis der Versuche mit Sauerstoffverdrängung. Die zuletzt mitgeteilten Versuche beweisen, daß man die Wurzel nicht mit einer Tonzelle vergleichen darf, an der durch den Stengel oder die Luftpumpe gesaugt wird. Die Menge des austretenden Wassers ist nicht einfach der Saugkraft proportional, sondern sie wird auch weitgehend von dem Zustand der lebenden Wurzelzellen beeinflußt. So kann man durch Verdrängung der Bodenluft durch Wasser oder durch Wasserstoff, aber auch durch niedrige Temperatur die Wasserausscheidung stark herabsetzen. Demnach sind auch die oben ausgeführten Berechnungen des negativen Druckes nicht exakt, man wird sich begnügen müssen, ganz allgemein zu sagen, daß nur ein negativer Druck die Wassermengen aus der Wurzel fördern kann, die eine normal transpirierende Pflanze braucht, ohne daß man seine Größe genau bestimmen kann.

Versuche mit Chamaecyparis Lawsoniana.

Versuch 12. Eine Topfpflanze, 1,5 m hoch, wird in den Zinktopf eingeschlossen und aus ihrem Gewichtsverlust wird auf die Transpiration geschlossen.

			pro h
Transpiration von 7. Juli $4^1/_2$ h — 8. Juli 8 h	im Zimmer	60 g;	4 g
„ „ 8. „ 8 h — 8. „ $4^1/_2$ h	„ Freien (Sonne)	183 g;	21 g
Im ganzen in 24 h unter nicht optimalen Transpirationsverhältnissen		243 g;	10 g

am 8. Juli $4^1/_2$ wird die Pflanze dekapitiert. Ihre Spitze nimmt bei trübem kühlen Wetter am nächsten Tage 5 g pro h auf. Die Wasserabgabe des Stumpfes ist folgende:

Bis 9. Juli 12 h	0 ccm
Von 12 bis 5 h 40 bei 72 cm Saugung	1,8 ccm
Von 5 h 40 bis 12 h am 10. Juli	3,5 ccm
In den nächsten 24 h	2,0 ccm

Versuch 13. Eine Pflanze in gleicher Weise untersucht wie in Versuch 12 gibt am 10. Juli in voller Sonne 18 g Wasser pro Stunde an die Luft ab. — Am 11. Juli dekapitiert; der Stumpf gibt bei etwa 72 cm Saugung folgende Wassermengen ab:

11. Juli 12 h — 9 h p.	2,4 ccm
11. „ 9 h — 12. Juli 9 h p.	1,8 ccm
12. „ 9 h — 13. „ 8 h p.	0,8 ccm

Also sehr geringe und zudem abnehmende Mengen.

Eine ähnlich behandelte Pflanze gibt unter stärkster Luftpumpensaugung so gut wie kein Wasser aus dem Stumpf ab.

Versuch 14. Am 22. Februar entgipfelt. Stand des Eudiometers an den folgenden Tagen (dauernd etwa 72 cm Saugung):

24. II.	25. II.	26. II.	27. II.	28. II.	1. III.	2. III.	3. III.	4. III.
10 h 4,6	9 h 1,0	9 h 1,7	2,2	12 h 2,6	Frische	7,9	8,5	8,8
11,30 5,2	3 h 1,1	4 h 1,8			Schnitt-			
3,30 5,3	6 h 1,4	11,30 2,0			fläche. Neu			
3,30 neu	9 h 1,4				eingestellt:			
eingestellt:					10 h 7,1			
0,8					6 h 7,4			
6 1,0								

Versuch 15. Dekapitation am 14. Mai. Dauernd etwa 72 cm Saugung am Stumpf. Stand des Eudiometers an den folgenden Tagen:

14. V.	15. V.	16. V.	17. V.	18. V.	19. V.	20. V.
4 h 45: 21,7	8 h a: 22,0	9 h 40: 22,4	10 h: 22,6	9 h : 16,7	10 h: 17,4	8 h : 19,2
8 h 00: 21,7	9 h p: 22,3	7 h p: 22,6	3 h: 22,8	6 h : 17,1	5 h: 18,5	6 h : 19,9
			neue Schnitt-			
			fläche			
			3 h: 30 14,9			
			8 h: 16,3			

21. V.	22. V.	23. V.	24. V.
8 h: 20,7	8 h: 22,2	9 h: 24	3 h 30: 26,2
6 h: 21,3	10 h p: 23,2		

Bei dauernder Saugung vermehrt sich allmählich die Ausscheidung. Aber auch der größte Wert von 2,2 g pro Tag macht auf die Stunde nur 0,1 g, während eine solche Pflanze durch Transpiration leicht 10 g pro h, also 100mal so viel verlieren kann.

Versuche mit Salix viminalis.

Im ersten Frühjahr wurden Weidenzweige in Wasserkultur zur Bewurzelung gebracht. Um das Wurzelsystem möglichst unversehrt transportieren zu können, entwickelte sich jeder Trieb in einem Lampenzylinder, in den er mittels durchbohrten Korkes eingesetzt war. (Vgl. Renner 1911, S. 175.) Mehrere solche Zylinder waren in einem größeren Glasgefäß vereint. Zum Versuch wurde der einzelne Zylinder unten verschlossen.

Versuch 16. Am 14. Mai kamen zwei Exemplare in ein Dunkelzimmer mit ziemlich konstanter Temperatur. Das eine Exemplar transpirierte in je 24 Stunden 47,5 und 65,5 g, das andere 39,5 und 55,0. Im Durchschnitt also rund 50 g pro Tag, 2 g pro Stunde. — Am 17. werden beide dekapitiert. Der Stumpf des einen gibt in den folgenden Tagen überhaupt keine meßbaren Flüssigkeitsmengen ab, auch nicht bei Saugung unter Erwärmung. Der andere ergab folgendes:

Stand des Eudiometers.

	Saugung				Saugung				Saugung		
18. V.	0	9 h	6,1	19. V.	16	8 h	7,1	20. V.	20	8 h	8,85
	0	3 h	6,3		73	10 h	7,4		50—71	7 h	10,0
	55	6 h	6,7		73—61	6 h	8,5				
	31	10 h	7,0								

Also eine sehr schwache Ausscheidung.

Versuche mit Acer platanoides.

Eine kleine mehrjährige Topfpflanze wird am 6. Juli unter Wasser dekapitiert. Angaben über die Wasseraufnahme des Gipfels können unterbleiben. Über die Ausgabe aus dem Stumpf gibt folgende Tabelle Aufschluß, die den Eudiometerstand angibt. Da bei den Versuchen am 6. Juli bei starker Saugung sehr viel Luft austritt, wird am 7. Juli Mark und zentrales Holz ausgebohrt und plombiert (vgl. S. 25).

6. Juli			8. Juli					
11½	1,45 ccm		8 h	1,8 ccm	Saugung 40—44	2 h [10]	5,9	Saugung 20
12 h	1,35 „	dann Saugung 69 Hg	8 h [50]	2,9 „		3 h	6,1	
			9 h [15]	3,25 „		5 h	6,7	
12 h [15]	2,00 „	und viel Schaum	10 h	3,85 „		6 h	7,5	40—48
1 h	wegen Schaum nicht ablesbar		12 h	5,2 „		9 h	9,2	
			1 h	5,75 „				

Zusammenfassung.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich nun folgende Antwort auf die eingangs gestellte Frage: Eine am Stumpf wirkende Luftpumpensaugung hat bei verschiedenen Pflanzen eine sehr ungleiche Wirkung. Wo ohne Saugung kein meßbarer Wasserausfluß besteht, da können auch durch maximale Saugung nur ganz unbedeutende Mengen von Wasser erzielt werden; so bei Chamaecyparis und Weide. Etwas mehr geben Ahorn und Rizinus ab. Bei weitem am meisten aber liefern die beiden Pflanzen, die schon ohne Saugung beträchlich bluten: Cobaea und Sanchezia. Wenn auch beim Einsetzen der Saugung stets ein etwas höherer Wert der Wasserabgabe erzielt wird als späterhin, so ist doch zu betonen, daß durch dauerndes Saugen eine dauernde kräftige Förderung erzielt wird. Es ist also ganz ausgeschlossen, daß etwa allein durch Expansion der Gefäßluft das Wasser ausgetrieben wird. Namentlich beim Beginn der Saugung könnte das freilich mitspielen.

Auch bei den stark blutenden Pflanzen (Cobaea und Sanchezia) bleibt die Menge des bei maximaler Saugung austreten-

den Wassers stets weit hinter dem zurück, was bei normaler Transpiration von der Wurzel aufgenommen und abgegeben werden muß. Nimmt man an, daß die Wasseraufnahme der Wurzel eine rein physikalische Filtration sei, die auf der Saugung der Blätter beruht, so müßten also die in der intakten Pflanze tätigen Saugungen weit über die der Wasserluftpumpe hinausgehen. S. 13 ist ausgeführt, daß bei Cobaea negative Drucke von 3 bis 9 Atmosphären auftreten müßten. Und diese starken negativen Drucke wären in niedrigen einjährigen Pflanzen nötig, nicht um das Wasser auf gewaltige Höhe zu heben, sondern nur zur Überwindung des Filtrationswiderstandes der Wurzel. Gegenüber den hierzu nötigen Kräften treten die Leistungen, die bei der Hebung des Wassers erfolgen, ganz in den Hintergrund. Stellt man eine entsprechende Überlegung für Chamaecyparis an, so könnte man als stündlichen Transpirationswert 18 ccm, als Leistung des Stumpfes bei einer Pumpensaugung von fast einer Atmosphäre 0,04 ccm annehmen. Daraus würde sich ein negativer Druck von etwa 450 Atmosphären in einer solchen Pflanze ergeben.

Die Vermehrung der Wasserausscheidung durch Saugung ist aber zweifellos kein rein physikalischer Prozeß, nicht eine einfache vermehrte Filtration. Denn es hat sich gezeigt, daß sie durch Untertauchen des Wurzelsystems sehr stark abnimmt. Es kann unter diesen Umständen bei stärkster Saugung weniger Wasser ausgeschieden werden als von der nicht untergetauchten Wurzel bei Atmosphärendruck. Und dabei muß doch der Überfluß an Wasser die reine Filtration offenbar steigern[1]. Denselben Effekt wie das Untertauchen der Wurzel unter Wasser, das vor allem durch die Verdrängung der Bodenluft wirken dürfte, hat auch die Einleitung von Wasserstoff sowie Temperaturerniedrigung. Es besteht die Möglichkeit, daß alle diese Eingriffe einfach den Filtrationswiderstand des Protoplasmas steigern, was ja für die Temperatur in ganz

[1]) Tatsächlich wird ja auch sofort nach dem Eintauchen eine Erhöhung der Wasserabgabe für kurze Zeit bemerkt. Es ist aber fraglich ob diese einfach durch den Überfluß an Wasser bedingt ist. Da auch bei den Versuchen mit Wasserstoffeinleitung zuerst eine Steigerung des Ausflusses bemerkt wird, so könnte in beiden Fällen eine Reizwirkung vorliegen, wie sie von manchen Giften bei andern Vorgängen bekannt ist.

anderer Weise schon vor Jahren durch Rysselberghe 1901 gezeigt worden ist; es ist aber auch möglich, daß wir es mit einer noch komplizierteren Reizwirkung zu tun haben, daß die aktive Wasserausscheidung der Wurzelzellen, die man »Bluten« nennt, durch den Unterdruck in den Gefäßen stimuliert wird. — Auf alle Fälle sind die Veränderungen, die bei Wasser- und Wasserstoffeinwirkung eintreten, reparabel, sie hören wieder auf, wenn die Eingriffe nicht zu lange dauern.

Da wir nun nicht wissen, in welchem Maß der Filtrationswiderstand des Protoplasmas oder gar die Blutungserscheinungen von der Saugung abhängen, so dürfen wir keinenfalls annehmen, daß die Menge des ausgeschiedenen Wassers einfach proportional der Saugung zunehme. Sie kann auch sehr viel rascher ansteigen. Demnach sind die oben errechneten Saughöhen gewiß nicht exakt und wir können aus den bisherigen Versuchen nur den Schluß ziehen, daß negative Drucke von noch unbekannter Größe im Gefäßsystem der Wurzel gegeben sein müssen, wenn durch sie der nötige Wassereinstrom bedingt sein soll.

2.

Das Ergebnis der Saugversuche an den Stumpfen entspricht insofern unseren Erwartungen, als sich tatsächlich eine Steigerung des Wasserausflusses durch Saugung herbeiführen läßt. Daß aber diese Steigerung doch gering ist, daß die Menge des Wassers immer noch sehr weit hinter derjenigen zurückbleibt, die in der intakten Pflanze von der Wurzel geliefert werden muß, das ist etwas überraschend, zeigt sich doch darin eine Schwierigkeit für die Wasserhebung der Pflanze, an die man bisher nicht gedacht hatte, die man mindestens nicht für so groß gehalten hatte.

Es wäre von Interesse gewesen, die Abhängigkeit der ausgeschiedenen Menge von der Größe der Saugung möglichst genau festzustellen. Indes eine Saugung von bestimmter Höhe hat anfangs einen anderen Effekt als später und zudem ändert sich der Ausfluß auch ohne unser Zutun, z. B. durch die Periodizität, durch Verstopfung der Schnittfläche usw. So kommt es, daß die Erfahrungen über diese Frage noch ganz fragmentarisch sind. Immerhin scheint es sicher zu sein, daß keine

Proportionalität zwischen Saugung und Ausfluß besteht, daß vielmehr die Ausflußmenge bei starker Saugung relativ größer ist, als bei schwacher. Deshalb wäre es sehr wichtig gewesen, auch Saugungen, die größer sind als die der Luftpumpe, untersuchen zu können. Über die Art, wie diese Untersuchung anzustellen wäre, besteht kein Zweifel. Dem Stumpf wäre eine lange, fast horizontal verlaufende nur wenig nach abwärts geneigte kalibrierte Glasröhre aufzusetzen, die das austretende Wasser aufnimmt und es zu messen gestattet. Dieses Eudiometerrohr müßte dann nach unten in ein Steigrohr umbiegen das durch Druckschlauch mit einem Niveaugefäß verbunden ist. Letzteres wäre beim Beginn des Versuches, gerade wie das vertikale Steigrohr und das Eudiometerrohr mit Quecksilber zu füllen, nur der Raum direkt über dem Stumpfe enthielte ausgekochtes Wasser. Durch Senkung des Niveaugefäßes hätte man es dann in der Hand einen negativen Druck von der gewünschten Größe zu erzeugen.

Solche Versuche sind bisher nicht ausgeführt worden. Bei Cobaea und Sanchezia dürften sie überhaupt unausführbar sein, weil auch bei langem Saugen mit der Luftpumpe immer Luft austritt, die die Kohäsion der saugenden Flüssigkeit unterbrechen würde. Chamaecyparis dagegen gibt meistens nach längerem Saugen mit der Pumpe keine sichtbare Luft mehr aus dem Stumpf ab. Da zweifellos aus dem Mark und den ältesten Holzteilen am ersten ein Luftaustritt beim Saugen zu erwarten ist, wurden schon in den oben angeführten Saugversuchen diese zentralen Teile durch Ausbohren entfernt und die entstandene Höhlung mit Zinkphosphatplombe, die in weichem Zustand eingepreßt wurde und bald erhärtet, ausgefüllt[1]. Allein es wird sich bei späterer Gelegenheit zeigen, wie viele Schwierigkeiten derartige Kohäsionsversuche, die so einfach zu sein scheinen, tatsächlich bieten.

Eine andere Methode schien geeignet, diese Schwierigkeiten zu umgehen. Es muß ja für den Erfolg gleichgültig sein, ob man im Innern der Gefäßbahnen etwa einen Druck von — 2 Atmosphären herstellt, während außen auf der Wurzel + 1 Atmosphäre lastet, oder ob man außen den Druck auf + 3

[1]) Kahlbaums Phosphorsäuremischung und Zinkoxyd für zahnärztliche Zwecke.

Atmosphären erhöht und in den Gefäßen den Druck Null herstellt. Die Differenz zwischen dem Innendruck und dem Außendruck ist ja in beiden Fällen die gleiche. — So wurde vor allem mit Weiden und Bohnen, und zwar mit Wasserkulturen, versucht, das Wurzelsystem unter Druck zu setzen, während gleichzeitig die Pumpe am Stumpfende saugte. Es ist freilich schon nicht leicht die Pflanzen druckdicht in ihr Gefäß einzusetzen, allein die Hauptschwierigkeit war doch in allen Versuchen die, daß rasch eine Injektion der Interzellularen erfolgte, die wohl stets von den Rissen ausgeht, die durch den Austritt der Seitenwurzeln entstehen. Eine solche Injektion aber ließ die Wurzeln von Phaseolus rasch absterben, und außerdem hat man ja, wenn sie eingetreten ist, keine Sicherheit mehr, daß das austretende Wasser wirklich aus den Gefäßen stammt. Aus diesen Gründen wurden solche Versuche nicht weiter fortgesetzt. Es mag genügen einen von ihnen hier anzuführen.

Versuch 18. Phaserulus Wasserkulturen. Die Pflanze transpirierte in der Zeit von 26. bis 29. Januar im Durchschnitt pro Stunde 0,1 g im Laboratorium. Am 5. Februar wird sie dekapitiert. Der Stengel wird mit Plastolin in der Bohrung des Korkes eingedichtet und oberhalb des Korks mit einer Glasröhre umgeben. In den Raum zwischen Glasröhre und Stengel wird Gips eingegossen, oben an der Glasröhre ein Eudiometer angeschlossen. Eine zweite Bohrung des Korkes führt eine Glasröhre durch die mit Quecksilber ein Druck auf das Wasser ausgeübt werden kann. Der ganze Kork mit Mendelejefkitt dem Kulturgefäß (weithalsige Glasflasche von 200 ccm, in der sich die Pflanze entwickelt hatte) aufgedichtet.

Stand des Eudiometer.

5. Februar.	Druck	Eud.	6. Februar.	Druck	Eud.
8 h	32	2,2	9 h	0	2,5
9 h 30	26	2,4	9,20	36	
Druck sinkt über Nacht.			10,20	36	2,65
			12,20	36	2,9
			12,30	55	
			3 h	20	3,2

Es findet unter dem Einfluß des Druckes tatsächlich eine gewisse Wasserausscheidung statt. Erwähnt mag noch werden, daß schon Vesque 1884 ähnliche Versuche mit schwachen Drucken ausgeführt hat. Ein sicherer Schluß ist weder aus seinen noch aus meinen Ergebnissen zu ziehen.

Es ist von vornherein wahrscheinlich, daß das plötzliche Versiegen des Wasseraustritts aus der Wurzel, das der Dekapitation folgt, nur an der Unterbrechung des trachealen Systems liegt.

Denn Systeme der Rinde können nicht in Betracht kommen, weil ja auch im entrindeten Stamm die Wasserleitung vielfach normal von statten geht; und das Parenchym des Holzes bildet keine zusammenhängenden Züge. Damit soll durchaus nicht gesagt sein, daß jede Mitwirkung des Parenchyms an der Wasserleitung ausgeschlossen sei. Im Gegenteil, es könnte z. B. das Strömen von Wasser in den Gefäßen einen Reiz auf das Parenchym ausüben. Nur eins scheint uns ausgeschlossen, daß etwa in der intakten Pflanze die Wurzel durch eine vom transpirierenden Sproß ausgehende Reizfortpflanzung im Parenchym zu vermehrter Wasserausscheidung angespornt würde. — Wenn aber wirklich der beobachtete Effekt zunächst einmal durch die Unterbrechung der Kontinuität der Wasserbahnen bedingt ist, dann sollte man denken, durch Aneinanderfügen der beiden getrennten Teile ließe sich die Störung beheben.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich schon im Sommer 1905 Versuche mit Ästen einer Buche ausgeführt. Ein etwa Zentimeter dicker Ast wurde durchschnitten. Die beiden Schnittflächen wurden geglättet und dann mit Hilfe eines Kautschukschlauches wieder miteinander vereinigt. Abschneiden, Glätten und Aneinanderfügen erfolgte unter Wasser. Selbstverständlich ist die Vereinigung nicht so ausführbar, daß jedes Element nachher wieder an die gleiche Stelle angelagert wird, wo es zuvor war. Allein, da beim Abschneiden unter Wasser alle Gefäße und Tracheiden, die durchschnitten worden sind, sich mit Wasser füllen müssen, und da auch in der Spalte zwischen den beiden Komponenten Wasser sich befindet, so wäre es sehr wohl möglich, daß ein Transpirationszug, der in der Spitze auftritt, sich ungeschwächt auf die Basis fortpflanzen könnte.

Der Erfolg des Versuches war der, daß am nächsten Tag schon der Gipfel welkte, der Gummischlauch aber, der die beiden Teile verband, in der Mitte zusammengedrückt war, zum Zeichen dafür, daß in ihm ein geringerer Druck herrschte als in der Atmosphäre. Als dann in einem zweiten Versuch zwischen Stumpf und Gipfel ein wassergefülltes Glasrohr eingefügt wurde, konnte man rasch das Auftreten von Luft in diesem beobachten, die jedenfalls in erster Linie aus dem unteren Ende des Gipfels austrat. Das zeigt, daß, wenn in der intakten Pflanze beim

Steigen des Wassers weiter nichts nötig ist, als daß die Transpirationssaugung weitergeleitet wird, dann diese Saugung sehr stark sein muß, daß aber unter den Bedingungen des Versuches durch den Luftaustritt die Kohäsion des Gefäßinhaltes und damit die Weitergabe des Zuges unmöglich gemacht wird. Wollte man also diese Versuche fortsetzen, so berührten sie sich eng mit den vorhin besprochenen, denn es wäre auch hier die Aufgabe, jeden Luftaustritt aus dem Gipfel wie aus der Basis unmöglich zu machen.

Bei neuen im Sommer 1914 ausgeführten Versuchen sah ich deshalb von Laubhölzern ganz ab und benutzte Chamaecyparis, Biota, Taxus. Es ist ja klar, daß in einem nur aus Tracheiden bestehenden Holz der Luftaustritt leichter verhindert werden kann. Die Versuche hatten nicht den gewünschten Erfolg, darum nur ein Beispiel:

Versuch 19. Eine bewurzelte Pflanze von Chaemaecyparis wird durchschnitten. Gipfel und Stumpf werden an der Schnittfläche mit Wasser bedeckt und längere Zeit der Luftpumpensaugung unterworfen. So sind dann die beiden Teile, die wieder miteinander verbunden werden sollen, auf eine Strecke weit mit luftfreiem Wasser injiziert. Das Zusammenfügen geschieht dann mit Hilfe einer Glasröhre, die Basis und Spitze umschließt und die am oberen und unteren Ende durch einen Gummischlauch eine feste Verbindung mit dem Stengel hat. Der ganze Innenraum der Glasröhre ist mit ausgekochtem Wasser gefüllt. — Nach kurzer Zeit treten Luftblasen sowohl aus dem Gipfel wie aus dem Stumpf.

Die folgenden Versuche entsprangen dem Gedanken, durch Aneinanderkleben der getrennten Teile mit Gelatine den Luftaustritt zu hemmen und damit das vorzeitige Ende des Versuches zu verhindern. Die Gelatine hemmt aber nicht nur den Luftaustritt, sie läßt auch, selbst wenn sie in ganz dünner Schicht aufgetragen wird, Wasser nur noch in ganz geringem Maße durch. So führten auch diese Versuche durchaus nicht zum Ziel, und ich kann darauf verzichten, Einzelheiten von ihnen mitzuteilen.

Wirklich brauchbare Resultate kann ein Versuch mit wiedervereinigten Teilen offenbar nur dann geben, wenn es gelingt, die einzelnen Leitungsbahnen wieder aneinanderzufügen. Das erscheint wenigstens für die weiten Gefäße gewisser Lianen nicht ganz unmöglich. Warburg hat bei seinem Aufenthalt in Indien seiner Zeit aus dem Stamm einer Entada (Pusaetha)

scandens Gefäße von großer Weite und Länge herauspräpariert. Einige davon schenkte er auch dem hiesigen botanischen Institut. Der Stamm, den er benutzte, war freilich vermodert. Sollte es auch am lebenden Stamm gelingen, Gefäße zu isolieren, so stände ihrer Durchschneidung und Wiedervereinigung nichts im Wege. Fraglich bleibt freilich, ob die Gefäße hier überhaupt wesentlich der Leitung oder vielleicht nur der Speicherung dienen (vgl. S. 52). Es soll aber auf alle Fälle auf dieses bemerkenswerte Objekt aufmerksam gemacht werden. — Von den mir lebend zur Verfügung stehenden Lianen ermutigte keine zur Ausführung solcher Gefäßisolierung; so mußte also der Versuch, Gipfel und Stumpf zu vereinen und dann den Wasserstrom wiederkehren zu sehen, aufgegeben werden.

II. Wasseraufnahme des Gipfels.

Nach der Kohäsionstheorie soll in transpirierenden Pflanzen ein sehr beträchtlicher negativer Druck herrschen; kleinere »negative« Drucke in den Gefäßen hat schon Höhnel sichergestellt. Stellt man aber einen abgeschnittenen Zweig in Wasser, so erfolgt die Aufnahme unter Atmosphärendruck. Es schien nun von Interesse, im Hinblick auf die negativen Drucke, deren Annahme ja auch die im ersten Abschnitt mitgeteilten Tatsachen nahe legen, zu untersuchen, inwieweit die Wasseraufnahme durch den abgeschnittenen Zweig vom Druck abhängt. — Es wurde zuerst die Aufnahme bei Atmosphärendruck studiert, dann bei geringerem Drucke bis zum Druck =0, d. h. bei maximaler Pumpensaugung, endlich bei Drucken, die noch kleiner sind als dieser, also bei wirklich negativen[1] Drucken.

a) Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck.

Obwohl schon unzählige Versuche über das Saftsteigen an abgeschnittenen, bei Atmosphärendruck in Wasser stehenden Zweigen ausgeführt worden sind, so sind doch die Angaben über die Quantität ihrer Wasseraufnahme und Abgabe spärlich. Aus

[1]) Es empfiehlt sich den Gebrauch Höhnels, die Drucke, die kleiner als eine Atmosphäre sind, negative zu nennen, wieder zu verlassen. Im folgenden sollen unter negativen Drucken nur solche verstanden sein, die kleiner als Null sind. Höhnels negative Drucke heißen hier Drucke von 1—0 Atm.

neuster Zeit liegen freilich von Renner (1911) Beobachtungen an abgeschnittenen Zweigen vor, die allen Ansprüchen genügen, da sie eingehend über das quantitative Verhältnis von Transpiration und Aufnahme berichten. Nur eines fehlt, man weiß nichts über ihr Verhalten vor dem Abschneiden, und die Veränderungen unmittelbar nach dem Abschneiden hat Renner absichtlich nicht berücksichtigt, weil ja bekannt war, daß manche Zweige zunächst viel Wasser aufnehmen. Wie viel mehr als zuvor das ist aber nicht bekannt. Die nächsten Versuche beschäftigen sich mit dieser Frage.

Versuch 20. Topfpflanze von Chamaecyparis Lawsoniana kommt 17. Februar in ein mäßig helles, nach Osten gelegenes Zimmer im Erdgeschoß des Instituts, wo nur etwa zwei Stunden am Vormittag direkte Sonne eindringen kann, ohne indes die Pflanze selbst zu treffen.

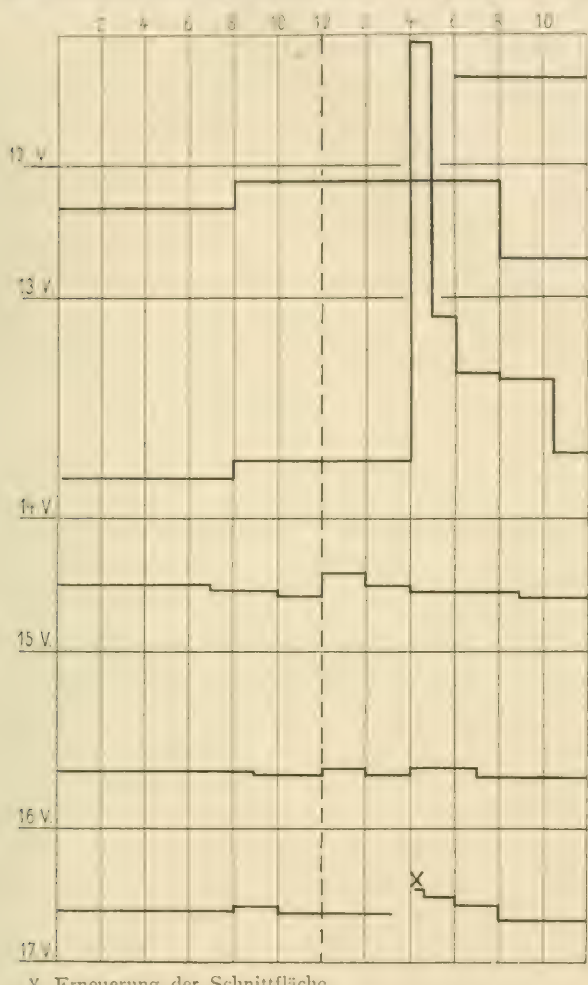
	Gewichtsverlust
17. Februar 12 h — 6 h p	34 g, also pro h 5,7
17. „ 6 h — 18. Februar 9 h a	50 g, „ „ h 3,3
18. „ 9 h a — 9 p	50 g, „ „ h 4,2
18. „ 9 h p — 19. Februar 9 h a	49 g, „ „ h 4,1

Jetzt wird der Stamm unter Wasser abgeschnitten, mit Eudiometer versehen und gewogen.

Wasseraufnahme (ccm)			Transpiration (g)
19. 2. 10—11 a	15, also pro h 15		
11—12	11, „ „ h 11		
12—12⁵⁰	6, „ „ h 7		
1—2½	15, „ „ h 10		
2½—3½	7, „ „ h 7		
3½—6	18, „ „ h 7		
also in 8 h	72		52
bis 8 h, also in 10 h	85		70
19. 2. 8 h p — 20. 2. 8 h a	70		71
Im ganzen in den ersten 22 h		155	141
In weiteren 12 h	104		
in weiteren 12 h	50		
also in den zweiten 24 h		154	167
in weiteren 24 h		39*	58*)
„ „ 24 h		73	59
„ „ 24 h		100	92
„ „ 24 h		77	89
„ „ 24 h		103	98

*) Dann frische Schnittfläche.

Ergebnis. Obwohl in diesem Versuch die äußeren Verhältnisse noch wenig konstant sind, läßt sich doch mit Sicherheit sagen, daß unmittelbar nach dem Abschneiden die Wasseraufnahme des Gipfels sehr viel größer ist, als zuvor die



X Erneuerung der Schnittfläche.

Fig. 8. Wasseraufnahme Versuch 21. Eine Ordinate von 6 mm entspricht 1 ccm.

Transpiration war. Betrug letztere durchschnittlich 4 g pro Stunde, so ist die Wasseraufnahme des abgeschnittenen Gipfels in der ersten Stunde fast 4 mal so groß, und in den ersten Minuten zweifellos noch erheblich größer. Sie fällt dann rasch, hat aber auch nach 8 Stunden noch etwa den doppelten Wert der früheren Transpiration. Inzwischen ist aber — wohl infolge der vermehrten Wasseraufnahme — auch die

Transpiration gestiegen, so daß nach 8 Stunden die Aufnahme die Abgabe nur noch um 20 g, nach 10 Stunden um 15 g überwiegt. Späterhin sind beide Prozesse dann ungefähr gleich, bis durch die Verstopfung der Schnittfläche zuerst die Aufnahme und dann auch die Abgabe des Wassers gehemmt werden. Nach Herstellung einer frischen Schnittfläche heben sich beide Werte wieder.

Versuch 21. Eine 2 m hohe Topfpflanze der gleichen Spezies kommt am 12. Mai 4 Uhr aus dem Kalthaus in ein Dunkelzimmer mit annähernd konstanter Temperatur von ca. 20⁰ und einer relativen Feuchtigkeit von 65—75%. Hier im Zinktopf gewogen und Transpiration bis 15. Mai 4 Stunden beobachtet. Dann der Gipfel von 1,4 m Höhe abgeschnitten, unter Wasser noch um 15 cm gekürzt und auf ein Eudiometer gebracht. Wasseraufnahme gemessen und in Fig. 8 (S. 31) graphisch dargestellt.

Ergebnis. Die Transpiration der intakten Pflanze im Dunkelzimmer ist in den ersten 24 Stunden tags noch erheblich größer als nachts. Am zweiten Tag ist dieser Unterschied geringer. Der abgeschnittene Gipfel nimmt in der ersten Stunde fast 9mal so viel Wasser auf, als die Pflanze vorher transpiriert hatte. Dann sinkt die Wasseraufnahme rasch und erreicht einige Stunden nach dem Eingriff einen Wert, der dann tagelang ziemlich konstant bleibt. Am 17. Mai erfolgt auf Erneuerung der Schnittfläche etwas vermehrte Wasseraufnahme.

Die Wasseraufnahme nach dem Abschneiden war in den ersten Minuten besonders lebhaft. 4 Uhr war der Stamm abgeschnitten worden, 4,10 konnte die erste Ablesung am Eudiometer erfolgen. Auf die Stunde berechnet betrug die Aufnahme:

$$4^{10}—4^{15} = 15{,}4 \text{ ccm}$$
$$4^{15}—4^{45} = 11{,}1 \text{ ,,}$$
$$4^{45}—5^{0} = 7{,}2 \text{ ,,}$$

Es ist also anzunehmen, daß in den ersten Minuten, die mit der Glättung des Schnittes und dem Einfügen in das Eudiometer verloren gehen, die Aufnahme noch größer als 15,4 ccm ist, also das 12fache des Normalwertes überschreitet.

Versuch 22. Zwei Pflanzen von Chamaecyparis stehen an einem hellen, sonnigen, aber nicht gerade heißen Tag am 21. Juni am offenen Südfenster des Laboratoriums. Die Versuchspflanze wird 2½ Uhr abgeschnitten. Der Gipfel kommt auf ein Eudiometer; es wird am Südfenster seine Wasseraufnahme und -abgabe bestimmt. Die Kontrollpflanze wird dauernd auf ihre Transpiration untersucht. Nachstehend die Stundenwerte des Wasserverbrauchs in ccm:

	$10^{15}—11^{30}$	$11^{30}—12^{30}$	$12^{30}—2^{30}$	$2^{45}—3^{45}$	$3^{45}—5$	5—6
Kontrolle. Abgabe	4,0	5,4	5,4	6,0	5,6	9,0
Versuchspfl. Abgabe	8,7	11,8	10,25	13,5	15,2	13,0
,, Aufnahme				15,5	13,1	13,1

	6—10	10 p—8^{15} a	$8^{15}—10^{15}$	$10^{15}—11^{15}$	$11^{15}—2^{15}$	$2^{15}—5^{15}$
Kontrolle. Abgabe	2,5	0,4	1,0	3,5	6,2	4,6
Versuchspfl. Abgabe	3,5	1,85	4,50	?	9,3	5,0
,, Aufnahme	3,2	1,9	4,45	5,50	6,8	5,0

Ergebnis. Also auch hier, bei einer stark transpirierenden Pflanze, folgt dem Abschneiden eine erhebliche, aber bei weitem nicht so große Vermehrung der Wasseraufnahme, wie im letzten Versuch. Darauf steigt die Transpiration. Auch hier hört die Vermehrung des Wasserverbrauches bald wieder auf.

Versuch 23. Zwei kleinere Pflanzen von Chamaecyparis werden an hellem, warmem Septembertag vor das Südfenster des Laboratoriums gestellt. Von 9 bis 3 h wird ihre Transpiration verfolgt. Nachdem diese den Maximalwert überschritten hat, wird um drei Uhr das eine Exemplar basal durchschnitten und sein Gipfel auf ein Eudiometer gesetzt.

		9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6
Kontrol.	Transp.	4,4	6,1	9,8	11,0	10,4	9,1	5,8	6,3	3,5
Versuchspfl.	Transp. . . .	4,4	5,6	5,8	7,7	4,2	3,7	5,0	5,3	1,7
	Aufnahme .	—	—	—	—	—	—	8,3 *	4,6	3,7

* Aufnahme 3 h — 3^{20} = 4 ccm.
3^{20} h — 3^{35} = 2,1 ccm.
3^{35} h — 4^{00} = 2,2 ccm.
8,3 ccm.

Auch hier hat also der abgeschnittene Sproß vergrößerte Aufnahme und Transpiration.

Die Versuche zeigen, daß bei lebhafter Transpiration aber auch bei geringer Transpiration im Dunkeln die Wassereinfuhr in die Pflanze nach dem Abschneiden beträchtlich zunimmt. Durch die Schnittfläche nimmt also die Pflanze mehr auf als durch Wurzel. Es muß demnach die Wurzel einen gewissen Widerstand gegen die Wasseraufnahme bieten, den wir auch schon im ersten Abschnitt kennen gelernt haben. So kommen Spannungen zustande, über deren Größe freilich aus den jetzigen Versuchen nichts Sicheres zu entnehmen ist. Wir können nicht ohne weiteres sagen, ob es sich einfach um die sog. negativ gespannte Gefäßluft Höhnels, oder um wirklich negative Drucke im Sinne von Renner handelt.

Wenn es sich um Spannungen in stark transpirierenden Chamaecyparispflanzen handelt, wird man unbedingt verdünnte Luft in ihnen annehmen müssen. Bei den Chamaecyparispflanzen aber, die lange Zeit im Dunkeln verweilt hatten, ehe sie durchschnitten wurden, muß die Transpiration mit der Wasseraufnahme längst ins Gleichgewicht gekommen sein, und sie kann nicht so beträchtlich gewesen sein, daß sie zu einer nennenswerten Luftverdünnung geführt hat. Durch die Versuche von

Deveaux (1902) wissen wir aber, daß auch bei völligem Ausschluß der Transpiration ein Verbrauch des Sauerstoffs der Gefäße durch Atmung ohne völligen Ersatz durch Kohlensäure stattfindet, der ebenfalls zu Luftverdünnung führt. — Wenn aber auf die eine oder die andere Art Luftverdünnung entstanden ist, dann kann diese ihren Sitz in Elementen haben, die nicht mehr der Wasserleitung gedient haben. In diese kann sich dann nach dem Abschneiden das Wasser von der Schnittfläche aus hineinstürzen, so daß also ein Schluß auf negativen Druck in den Leitungsbahnen nicht sicher erscheint.

Die Erfahrungen, über die soeben berichtet wurde, machen es verständlich, daß man ganz allgemein an abgeschnittenen Zweigen, deren Transpiration, während sie an der intakten Pflanze sich befanden, unbekannt blieb, unmittelbar nach dem Abschneiden und Aufsetzen auf das Eudiometer eine größere Wasseraufnahme festgestellt hat, als wenige Stunden später. Beispiele führe ich hier nicht an, denn es ist schon S. 30 erwähnt worden, daß sie sich in großer Zahl bei Renner finden, der u. a. (1911, S. 181) auch bei einem an regnerischem Tag gepflückten Syringazweig stundenlang die Wasseraufnahme größer als die Wasserabgabe fand. Meine Versuchspflanzen, Thuja und Taxus vor allem, schließen sich in ihrem Verhalten da an.

Auffallend ist aber, daß die Schnittfläche von Zweigen, deren Transpiration völlig unterdrückt ist, doch noch eine Zeitlang fortfährt, Wasser aufzunehmen. Auch dafür hat Renner Beispiele in großer Zahl. Im folgenden nur wenige von meinen Objekten.

Versuch 24. Ein Zweig von Taxus baccata wird am 6. März im Garten abgeschnitten und nimmt im Laboratorium am ersten Tag etwa 2 ccm, am zweiten 1 ccm und am drittten Tage 0,7 cbcm pro Stunde auf. Eine Erneuerung der Schnittfläche steigert die Aufnahme nicht wesentlich. Am 8. März 2 Uhr wurde der Zweig, mit der Spitze nach unten gekehrt, so in einen großen mit Wasser gefüllten Zylinder eingetaucht, daß alle Blätter mit Wasser bedeckt waren, während die mit Eudiometer versehene Schnittfläche herausragte. Die Wasseraufnahme pro h beträgt:

2—9 h	0,20
9 h — 9. März 8 h —	0,15
9. März 8 a—9 h p . .	0,10

Nach dem Herausbringen des Zweiges an die Luft beträgt die Wasseraufnahme zwischen 4 und 7 h p 2,9 ccm und zwischen 7 und 11^{20} 1,3 ccm. Offenbar waren

durch das Eintauchen die Spaltöffnungen weit geöffnet worden und deshalb die Transpiration stark gesteigert.

Versuch 25. Biotazweig mit verschlossener Schnittfläche wird unter Wasser getaucht. Sein ursprüngliches Gewicht beträgt 197 g, nach zwei Tagen wiegt er 228 g; er hat also 31 g, d. h. rund 15% seines Gewichtes Wasser mit der Zweigoberfläche aufgenommen. — Ein zweiter Zweig wird ebenso behandelt, doch kann er auch durch seine Schnittfläche aus einem Eudiometer Wasser schöpfen. In zwei Tagen steigt sein Gewicht von 126 auf 160 g. Von den 34 g, die er aufgenommen hat, entfallen 15 auf die Oberfläche, 19 auf die Schnittfläche.

Auch die zuletzt besprochenen Erfahrungen machen es deutlich, daß die Wurzel nicht soviel Wasser liefert als zur Sättigung der Pflanze nötig wäre. Selbst im Frühjahr, unter Bedingungen, die keine starke Transpiration aufkommen lassen, bestehen beträchtliche Unterdrucke in Immergrünen, die es bedingen, daß nach dem Abschneiden eines Zweiges dieser lebhafter Wasser durch seine Schnittfläche aufnimmt, als zuvor die Wurzel geliefert hatte.

b) Wasseraufnahme unter vermindertem Druck. (1—0 Atmosphären).

Da aus zahlreichen Beobachtungen geschlossen werden muß, daß im Gefäßsystem der Pflanze ein Unterdruck besteht, so ist es von Interesse zu untersuchen, wie die Wasseraufnahme eines abgeschnittenen Zweiges bei vermindertem Druck sich gestaltet. Solche Versuche werden am einfachsten derart ausgeführt, daß die Schnittfläche eines abgeschnittenen Zweiges in einem Eudiometer befestigt und dann der Zweig mit der Spitze nach unten aufgestellt wird. Dann kann am oberen Ende des Eudiometers gerade wie bei den Versuchen mit den Stumpfen S. 7 ff. die Luftpumpe saugen. Da zum mindesten in den ersten Stunden der Saugung Luft aus der Schnittfläche tritt, wird die umgekehrte Anordnung: aufrechter Zweig mit der Spitze nach oben sehr erschwert[1]. Nach Herstellung der gewünschten Saugung wurde gewöhnlich die Verbindung mit der Luftpumpe abgeklemmt und nur wenn die Saugung sich durch erheblichen Luftaustritt vermindert hatte, von Zeit zu Zeit nachgesaugt.

Versuch 26. Ein Zweig von Biota orientalis wird am 10. Mai abgeschnitten und in ein Dunkelzimmer mit annähernd konstanter Temperatur und einer relativen Feuchtigkeit von 65—75% gebracht. Seine Wasseraufnahme zunächst bei Atmosphärendruck, dann bei vermindertem Druck ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

[1]) Man vergl. Strasburger 1891, S. 781 u. ff.

	Nachts	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—8	8—10
11. Mai	1,66	1,75	1,65	1,90	2,05	1,90	1,45	1,55	1,90	1,80	1,80	1,70	
12. Mai	1,70	1,65	1,60	1,65	1,30	1,40	1,55	1,55	1,40	1,50	1,40	1,50	1,35
13. Mai	1,35	1,20	1,70	1,60	1,60	1,0	1,10	1,20	1,20	1,30		1,45	

Die Saugung setzt am 12. Mai 11 h ein (68 cm), sie bleibt auch in der Nacht zum 13. ziemlich konstant, wird dann 9 h auf Null gebracht und um 12 h wieder auf 7,1 erhöht, um 8 h abends auf Null gebracht. Die Werte, die bei atmosphärischem Druck abgelesen werden, erweisen sich als nicht unbedeutend schwankend. Trotzdem ist der Erfolg der Saugung deutlich genug. Er besteht in einer Verminderung der Aufnahme um etwa 22 % in der ersten Stunde; in der folgenden Stunde steigt die Aufnahme schon wieder und erreicht in der dritten Stunde einen Wert, der dem vor der Saugung gleichkommt. Genau die gleiche Erscheinung tritt am dritten Tage auf: nachdem die Herstellung des atmosphärischen Druckes die Aufnahme wieder gesteigert hat, fällt sie nach Saugung sofort stark und erhebt sich nach einigen Stunden wieder auf einen Wert, der als »normal« gelten kann.

Versuch 27. Gleichzeitig mit dem vorigen Versuch an einem anderen Zweig von Biota ausgeführt. Wasseraufnahme:

		Nachts	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—8	8—10
11. Mai	Aufnahme	2,46	2,55	2,20	2,80	3,10	?	2,10	2,3	1,65	2,45	2,50	2,40	
12. Mai	Saugung	0	0	0	0	71	71	71	0	71	0	72	70	0
	Aufnahme	2,32	2,40	2,35	2,35	1,3	1,8	2,0	3,0	1,7	2,6	1,4	1,9	2,35

Nach dem Einsetzen der ersten Saugung, die drei Stunden hindurch konstant erhalten wird, bemerkt man die gleiche Erscheinung wie in Versuch 26: sehr starke Hemmung und allmähliche Steigerung der Wasseraufnahme. Dann aber wird der Wechsel von Saugung und Atmosphärendruck stündlich vorgenommen und jedesmal folgt auf Saugung Abnehmen, auf Atmosphärendruck Zunehmen; doch verringern sich jedesmal die Ausschläge.

Ergebnis. In den angeführten und in zahlreichen anderen Versuchen bewirkt also die Herstellung eines Unterdruckes von nahezu Null Atmosphären jedesmal, wenn sie eintritt, eine vorübergehende Herabminderung der Wasseraufnahme, die Wiederherstellung des Atmosphärendruckes ein Hinaufschnellen etwa auf den ursprünglichen Wert oder über ihn hinaus. Bei längerer Dauer der Saugung hebt sich die Wasseraufnahme wieder auf den Wert, den sie bei Atmosphärendruck besaß. Es ist möglich, daß die vermehrte Wasseraufnahme einer vergrößerten Saugkraft entspringt, wie das Renner bei seinen

Versuchen annimmt; es ist aber auch möglich, daß die Wasseraufnahme während der Luftdruckverminderung überhaupt ganz konstant bleibt, daß ihre vorübergehende Verminderung nur eine scheinbare ist, bedingt durch die Ausdehnung der Luft in den der Schnittfläche benachbarten Tracheiden. Sowie sich diese Luft auf den neuen Druck eingestellt hat und aufgehört hat Wasser nach außen zu drücken, erfolgt die Wasseraufnahme mit Saugung ebenso rasch wie ohne. — Genau den entsprechenden Erfolg hat eine Druckzunahme. Eine Zunahme von etwa Null Atmosphären auf eine Atmosphäre ist schon in den mitgeteilten Versuchen behandelt: sie führt zu einer vorübergehenden Vermehrung der Aufnahme. Und ganz das gleiche findet man, wenn der Druck von 1 auf 2 Atmosphären gesteigert wird. Dafür nur ein Beispiel:

Versuch 28. Zwei Zweige von Biota werden am 11. Oktober abgeschnitten und ins Dunkle bei konstanter Temperatur gestellt. Am 12. Oktober wird nach nochmaliger Kürzung um 7 cm ihre Wasseraufnahme bei Atmosphärendruck bestimmt, die, wie das unmittelbar nach dem Herstellen frischer Schnittflächen üblich ist, zunächst übermäßig groß ist und rasch sinkt. Am 13. Oktober wird der eine Zweig (Kontrolle) unter den bisherigen Bedingungen weiter beobachtet, während beim anderen (B) das Gefäß, aus dem er Wasser aufnimmt, einer Druckvermehrung um etwa eine Atmosphäre ausgesetzt wird. Bei B sieht man dementsprechend eine starke Zunahme der Wassereinfuhr und bei Abnahme des Druckes eine starke Verminderung. Die Kontrolle zeigt viel konstantere Werte.

	Nacht	8—9	9—10	10—11	11—12	12—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—10	Nacht
Pflanze A (Kontr.)															
12. Oktober			4,3	2,2	1,7	1,8		1,4	1,5	1,6	1,5	1,6			
13. Oktober	1,7	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,6	1,3	1,4	1,4		1,5	1,4		1,32
Pflanze B.															
12. Oktober			3,0	1,8	1,7	1,6		1,4	1,3	1,5	0,4	1,4			
13. Okt. Druck cm Hg	0	0	70	70	70	70	70	0	0	0	0				
13. Okt. Aufnahme	1,4	1,2	1,6	1,5	1,6	1,4	1,4	0,9	0,9	1,0		1,2	1,1		1,2

Im Ganzen ergeben die Versuche, daß eine Vermehrung oder Verminderung des Druckes um eine Atmosphäre nur einen vorübergehenden Erfolg hat und daß bei längerer Dauer solcher Drucke die Wasseraufnahme sich nicht wesentlich von der bei Atmosphärendruck unterscheidet. Die Pflanze überwindet also derartige Drucke leicht indem sie ihre Saug-

kraft erhöht. Bei anderen, offenbar ungünstigeren Objekten konnte Renner (1911, S. 201) das nicht nachweisen. Renner hat eben Laubhölzer benutzt und diese eigenen sich für derartige Versuche gar nicht. Bei Saugung lassen sie andauernd viel Luft entweichen, was nach den Ausführungen von Höhnel 1879, auf die noch S. 50 zurückzukommen sein wird, leicht verständlich ist. Im Extrem ist die Luftabgabe so groß, daß nur noch wenig Wasser aufgenommen werden kann und ein Welken eintritt. Dies ist z. B. bei Robinia der Fall, während der Ahorn mit seinen engen, und wohl auch kurzen Gefäßen noch am besten sich zu derartigen Versuchen eignet. Ich führe nur einen einzigen solchen hier an und verweise im Übrigen auf die Erfahrungen andrer Autoren, die Strasburger (1891, S. 781—797) zusammengefaßt hat.

Versuch 29. Ein Ahornzweig nimmt zwischen 9 und 11 Uhr pro h 1,3 und 1,2 ccm Wasser auf. Darauf wirkt von 11 bis 2 Uhr die Wasserluftpumpe am Eudiometer und in diesen drei Stunden nimmt der Zweig nur 0,7 ccm auf, also pro h 0,23, d. h. den fünften Teil des bisherigen. Nach Abstellung der Pumpe und Wiederherstellung des Atmosphärendruckes stürzt das Wasser in die Gefäße. In der ersten Viertelstunde werden 3,4 ccm, in der folgenden $^1/_2$ Stunde 2,0 ccm, in der folgenden Stunde 2,5 ccm verschluckt. Auf die Stunde berechnet würde das geben: 13,6, 4,0 und 2,5 ccm.

c) Wasseraufnahme bei negativem Druck.

Wasseraufnahmen unter wirklichen negativen Drucken (nicht nur relativ zum Atmosphärendruck negativ) können nur in der Weise ausgeführt werden, daß der Zweig bei der Wasseraufnahme einen Quecksilberzug von mehr als 76 cm überwindet. Dabei ist Voraussetzung, daß weder der Zweig noch das Wasser, aus dem er schöpft, Luft entläßt, so daß sich die sogenannten »Kohäsionsspannungen« entwickeln können. Derartige Versuche hat, wie bekannt, schon Boehm (1893) ausgeführt[1]. Sie wurden aber von Strasburger (1891) angezweifelt; mit Unrecht, wie kürzlich Ursprung auseinandersetzte. Ursprung (1913 a) hat zunächst gezeigt, daß Wasser in Verbindung mit einer passend vorbehandelten transpirierenden Tonzelle nicht reißt, selbst bei einer Belastung mit 150 cm Quecksilber. An Stelle

[1]) Die Darstellung l. c. S. 210 läßt keinen Zweifel, daß Boehm die Bedeutung der Kohäsion des Wassers klar erkannt hat.

der Tonzelle brachte er dann einen Zweig von Thuja und konnte in zahlreichen Versuchen das Quecksilber bis 67 cm steigen sehen, was bei Berücksichtigung der nötigen Korrekturen etwa dem Barometerstand entspricht; häufig wurde auch der Barometerstand um einige cm überschritten, und einmal wurde bei 71,0 Barometerstand 90 cm Steighöhe erreicht. In allen diesen Versuchen, die in methodischer Beziehung einen wesentlichen Fortschritt bringen, trat also das unerwünschte Zerreißen der zunächst kohärenten Flüssigkeitssäule einige Minuten nach Überschreiten des Barometerstandes ein. Meine eigenen Versuche schlossen sich an die Ursprungs an, doch setzte ich mir als Hauptziel nicht die Erreichung eines möglichst hohen negativen Druckes, sondern eine möglichst lange Dauer eines, wenn auch kleinen negativen Druckes, um entscheiden zu können, ob die Wasseraufnahme bei negativem Druck unvermindert fortgesetzt wird. Dieses Ziel wurde bis jetzt nur sehr unvollkommen erreicht, weil eben die Herstellung eines genügend luftfreien Apparates sehr schwierig ist und von allerlei Zufälligkeiten abzuhängen scheint.

Versuch 30. Ein Taxuszweig, der tags zuvor aus dem Garten ins Dunkelzimmer gebracht worden war, nimmt pro h 2,7—3,7 ccm auf. Er wird mit Hilfe eines Kautschukstopfens in das erweiterte obere Ende einer langen Glasröhre eingefügt, deren meterlanger unterer Teil (Steigrohr) kapillaren Querschnitt hat. Der Abschluß zwischen Gummi und Glas sowie dem Zweig erfolgte wie bei Ursprung durch Quecksilber. Glasrohr und Kapillare sind mit gut gekochtem destilliertem Wasser gefüllt. Nach Fertigstellung des Apparates wird das anfangs unten geschlossene Steigrohr unter Quecksilber geöffnet. In dem Maße, wie der Zweig transpiriert, steigt das Quecksilber. Die Versuchsanordnung in diesem nur orientierenden Versuch ist also ungefähr wie bei Ursprung. Nach 75 Minuten hat das Quecksilber eine Höhe von 62 cm erreicht, was bei der Weite des Rohres noch nicht ganz 2 ccm an aufgenommenem Wasser entspricht. Der Zweig nimmt also entschieden weniger Wasser auf als zuvor, und das Steigen erfolgt mit abnehmender Geschwindigkeit, besonders nach Erreichung einer Höhe von 45 cm (nach 45 Minuten). In je 10 Minuten stieg das Quecksilber um folgende Werte 12, 9,3, 9,3, 9,6, 8,5 6,6, 2,5 cm. In dem Maße, wie die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme nachläßt, sieht man Luftblasen aus der Schnittfläche kommen, die nach 75 Minuten eine weitere Wasseraufnahme unmöglich machen. Ein zweiter Versuch verlief ähnlich. Die Steighöhe pro 10 Minuten betrug; 10,5, 10,2, 9,3, 8,8, 8,3, 7,0 4,0, 3,0 cm. Bei einer Quecksilberhöhe von 39 cm, also nach 40 Minuten war die erste Luftblase zu sehen.

Dieser Versuch hat also gar nicht zum Ziel geführt, weil, ehe noch negativer Druck erreicht war, Luftaustritt erfolgte.

Die Luft kam nicht etwa aus dem Mark und den ältesten Gefäßen. Diese Teile waren ausgebohrt und mit Zinkphosphat plombiert (vgl. S. 25). Auch ist der Zweig vor Beginn des Versuchs unter der Luftpumpe mit ausgekochtem Wasser etwas injiziert worden. Er enthielt aber in den jüngeren Holzteilen noch immer so viel Luft, daß ein Kohäsionsversuch gar nicht ausgeführt werden konnte. — Ursprung ließ seine Zweige nur durch Transpiration ausgekochtes Wasser einsaugen. Da er aber angibt, daß das nicht immer genügt, um einen Luftaustritt bei stärkerer Saugung zu verhindern, wurde systematisch untersucht, wie ein solches Austreten von Luft aus der Schnittfläche zu vermeiden ist. Es zeigt sich, daß das »Plombieren« durchaus entbehrlich ist, daß ferner weder die Aufnahme ausgekochten Wassers durch Transpiration noch durch Injektion in allen Fällen genügt. Die besten Resultate erhielt ich, wenn die Schnittfläche eines Zweiges mehrfach hintereinander unter abgekochtem Wasser evakuiert wurde, so daß nach Aufhören der Pumpensaugung dieses Wasser in ihm hochstieg, und wenn zum Schluß noch durch Quecksilberdruck ebensolches Wasser in ihn eingepreßt wurde. Immer wurde aber ein Zweig, ehe er in dem Kohäsionsapparat zur Verwendung kam, zuvor noch einmal einer etwa $^1/_2$ stündigen starken Saugung an der Luftpumpe ausgesetzt, und nur wenn dann keine Luft kam, wurde er verwendet. Laubhölzer sind nach dem früher Gesagten ganz unbrauchbar (Vgl. auch Renner 1911, S. 201).

In dem Apparat Ursprungs befindet sich der Zweig dem oberen Ende eines Glasgefäßes aufgesetzt, das unten eine enge als Steigrohr dienende Glasröhre trägt. Die zunächst auftretende Luft saugte Ursprung mit Hilfe der Wasserpumpe in einer Weise ab, die im Original nachgesehen werden möge. Da mir gerade dieses Entfernen der Luft schlecht gelang, modifizierte ich den Apparat in folgender Weise. Fig. 9. Ein wassergefülltes Aufnahmegefäß A hat die zur Einfügung des Zweiges dienende Öffnung nach abwärts gekehrt. Der Zweig (Z) ist also in inverser Lage im Apparat, und alle Luft, die aus ihm oder aus dem Wasser austritt, sammelt sich im oberen Teil der V-förmigen Röhre, die das Aufnahmegefäß mit dem Steigrohr St. verbindet, in einem hohlen Konus. Letzterer wirkt als Hahn, dem eine

Kugel K aufgeschliffen ist, die Wasser zur Reserve hat. Am oberen Ende der Kugel wird gesaugt, gleichzeitig wird alles

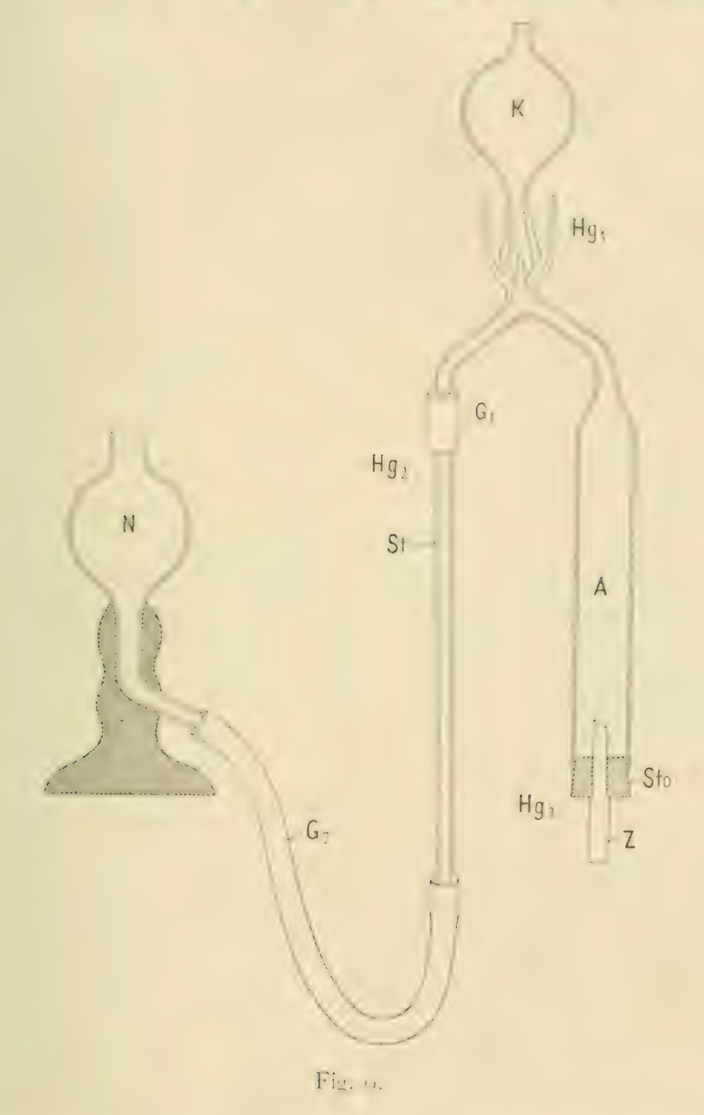


Fig. 9.

Wasser im Apparat mit leuchtender Flamme erwärmt und so bei niedriger Temperatur im Kochen erhalten. Wenn genügende Entlüftung erfolgt ist, wird die Kugel auf dem Schliff gedreht

und so die Verbindung zwischen Kugel und übrigem Apparat aufgehoben. Das Steigrohr endigt unten in einen Druckschlauch (G 2), der am anderen Ende an einem mit Quecksilber gefüllten Niveaugefäß (N) befestigt ist. Durch Hebung und Senkung des letzteren kann man den Druck, unter dem der Zweig nun Wasser aufnehmen muß, verschieden hoch gestalten. Überall, wo Luft von außen eindringen könnte, also am Hahn zwischen Kugel und Hauptteil, an der Einfügungsstelle der Zweige und am oberen Ende der Steigröhre sind Quecksilberverschlüsse angebracht. Der Apparat bewährte sich nicht ganz. Zunächst bedingte das Fett, mit dem die Kugel auf dem Konus angedichtet war, ein ständiges Anhaften der kleinsten Luftbläschen. Erst nach Tagen war das Wasser genügend luftfrei geworden. Als dann dieser Hahn aus zweierlei Glas hergestellt war, um den Gebrauch von Fett überflüssig zu machen, zeigte sich, daß er nach kräftiger Evakuation doch festsaß. Immerhin wurden einige Versuche mit diesem Apparat ausgeführt, z. B. der folgende:

Versuch 31. Ein Zweig von Biota wurde am 1. Juli aus dem Garten geholt und am 2. in den Apparat eingesetzt. Dieser ganze Tag und der folgende Vormittag vergingen mit dem Austreiben der Luft durch Erwärmen und Auspumpen, obwohl das Wasser lange gekocht und die Glasteile des Apparates wie auch die Gummiteile so gut wie irgendmöglich gereinigt worden waren. — Das Kochen des Wassers erfolgte mehrere Stunden lang unter vermindertem Druck. Die Glasteile wurden stundenlang mit Kalilauge, dann mit Kaliumbichromat in konzentrierter Schwefelsäure und endlich mit siedendem Alkohol behandelt. Die Gummiteile wurden lange in Wasser, kürzer in Alkohol gekocht.

2 Uhr 20 wird zum ersten Mal bei 69 cm Hg-zug abgeschlossen. Nach dem Reißen wird ein zweiter und später ein dritter Versuch gemacht, nachdem jedesmal die aufgetretene Luftblase entfernt worden war und zwischen dem 2. und 3. Versuch die Flüssigkeit einige Zeit unter Druck gehalten worden war. Letzteres wird ja z. B. von Ramstedt (1908) bei Kohäsionsversuchen empfohlen, da es entschieden das Zerreißen weniger leicht zustandekommen läßt. Das Ansteigen des Hg in den drei Versuchen war wie folgt:

I.		II.		III.	
2^{22}	69,0 cm	3^{40}	72,5 cm	6^{13}	69,5 cm
2^{25}	77,0 „	3^{43}	74,5 „	6^{15}	71,5 „
2^{45}	80,0 „	4^{05}	91,5 „	6^{20}	75,5 „
2^{50}	82,9 „	4^{10}	**94,5** „	6^{30}	84,0 „
2^{55}	85,0 „	4^{15}	gerissen	6^{40}	**90,0** „
3^{00}	**93,0** „			6^{45}	gerissen
3^{15}	70,0 „				

Der Versuch zeigt gegenüber dem Ursprungschen nichts wesentlich Neues. Daß die Steighöhe vielleicht einige Zentimeter höher als dort ist, will ja nicht viel sagen, zumal da noch Korrekturen anzubringen wären (vgl. Ursprung 1913 b S. 403: Kapillardepression des Hg. Übergelagerte Wassersäule). Jedenfalls war ein dauernder negativer Druck nicht zu erzielen, das Reißen trat nach wenigen Minuten ein.

Versuch 32. Derselbe Apparat wie im vorigen Versuch. Nur wird die entrindete Basis tief durch den Gummistopfen hindurchgesteckt, so daß sie mehrere cm in das Wasser des Aufnahmegefäßes eintaucht. Der Biotazweig war am 28. Juli aus dem Garten entnommen und nach mehrfachem Auspumpen schließlich noch unter einem Druck von 150 cm Hg (also mit dem Luftdruck zusammen 3 Atm.) mit ausgekochtem Wasser injiziert worden. Um 12 Uhr in den Apparat eingefügt. Erst am 31. Juli ist der Apparat soweit luftfrei, daß beträchtliche Saugung versucht werden kann. 5 Uhr 57 wird der Hahn bei einem Hg-zug von 82,5 cm (Barometerstand 74,95 cm) verschlossen. Das Quecksilber steigt rasch weiter. Nach 2 Minuten ist es bei 83,5, nach 4 Minuten bei 84,5 angelangt. Das weitere Steigen wird nun leider durch den Quecksilberverschluß bei Hg_2 der Fig. 9 verdeckt. Unter diesem liegt auch der Übergang zu dem vertikalen Schenkel des V-rohres, an den das Steigrohr angesetzt ist und der erheblich weiter ist als dieses. Dementsprechend werden die nächsten 8 cm, die eben verdeckt sind, nicht in 16 Minuten zurückgelegt, sondern etwa in 24 Minuten. 6 Uhr 30 ist das Knie der V-röhre erreicht und die Höhe der Hg-säule über dem Boden beträgt schon 95 cm. 6 Uhr 45 ist die Hälfte des Knierohres erfüllt; Höhe 97 cm. 6 Uhr 55 endlich fällt der erste Hg-tropfen in den anderen Schenkel über. Bei einem Zug von 98 cm Hg tritt nun bis etwa 8 Uhr dauernd und regelmäßig etwa alle Minuten ein Quecksilbertropfen über. Das Quecksilber sammelt sich am Grunde des Aufnahmegefäßes und kann wenigstens roh gemessen werden. 8 Uhr 10 aber ist die Flüssigkeitssäule durchrissen, nachdem im ganzen 1,6 ccm Hg übergetreten sind.

In diesem Versuch hat also ein Zweig mehr als zwei Stunden lang Wasser unter negativem Druck aufgenommen und in der zweiten Stunde war dieser konstant und betrug 98 cm Hg. Die Herstellung des Apparats war aber noch großen Zufälligkeiten ausgesetzt, so daß es sich nicht empfahl, mit ihm Messung der Wasseraufnahme bei negativem Druck, und bei positivem vergleichend auszuführen.

Versuch 33. Der verwendete Apparat ist ein anderer (Fig. 10, S. 44). Er erinnert mehr an den Ursprungs. Ein Steigrohr St von 6 mm Durchmesser und 85 cm Länge trägt am oberen Ende eine Erweiterung A von 28 mm Durchmesser und 10 cm Länge. Diese Erweiterung dient als Aufnahmegefäß (A). In sie ist durch einen Kautschukstopfen mit dem üblichen Quecksilberverschluß der diesmal aufrechte Biotazweig (Z) eingefügt, außerdem geht aber auch noch durch eine

zweite Bohrung des Stopfens (St) ein Glasrohr mit Kugel (K), die als Reservegefäß für Wasser dient und an der oben gesaugt wird. Auftretende Luft wird durch dieses Gefäß abgesogen; zu dem Zweck geht die Glasröhre nicht ganz durch den Kautschukstopfen durch. Immerhin macht es große Mühe, die Luft auf diese Weise ganz zu entfernen. Am Steigrohr war unten wieder ein Druckschlauch mit Niveaugefäß angebracht. Am 14. Juli wird der Zweig eingefügt, am 15. nachmittags 4 Uhr 20 Minuten kann ein Gummischlauch oberhalb der Reservekugel durch Quetschhahn abgeschlossen werden und der Versuch bei 74,65 cm Barometerstand beginnen. Der Verschluß erfolgte, nachdem das Quecksilber durch Heben des Niveaugefäßes bis in den zylindrischen Teil des Aufnahmegefäßes gedrückt war. In diesem stieg dann das Quecksilber recht regelmäßig. Stand um 4 Uhr 20: 76 cm; 6 Uhr 20 etwa 3 mm, 6 Uhr 7 mm und 10 Uhr 15 11,5 mm höher. Das macht etwa 1,5—2 mm in der Stunde. Nach Auswertung des Lumens wurde festgestellt, daß 1,5 mm etwa 1 ccm entsprechen.

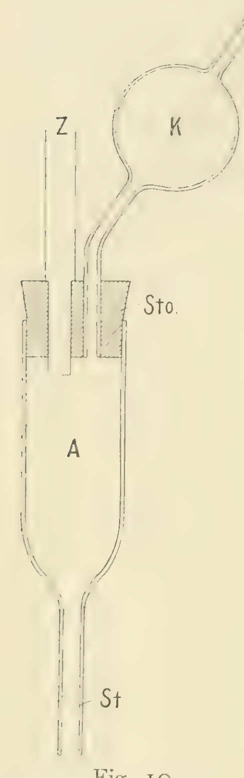


Fig. 10.
A Aufnahmegefäß.
St Steigrohr.
Sto Gummistopfen.
Z Zweig.
K Kugelrohr.

Am nächsten Morgen war die Flüssigkeit gerissen. Nach Entfernung der Luftblase und erneutem Auspumpen wurde abermals abgeschlossen. 1 Uhr stand das Quecksilber 77 cm hoch am Beginn der Erweiterung des Aufnahmegefäßes. 2 h 30 ist es in dem konischen Teil um 1 cm gestiegen, 4 h um weitere 0,9 cm. 5 h 20 um ebensoviel. Jetzt ist es im zylindrischen Teil angekommen und steigt hier bis 6 h 15 um 5, bis 7 h 40 um weitere 6 mm. 8 h 15 gerissen. Die Wasseraufnahme läßt sich nur in der Zeit von 5 h 20 bis 7 h 40 annähernd bestimmen; sie betrug 5 h 20 bis 6 h 15 3,0 ccm und 6 h 15 bis 7 h 40 3,6 ccm; pro h macht das rund 3 ccm.

In den beiden geschilderten Versuchen mit diesem Apparat hat also ein Biotazweig bis zu 4 Stunden bei annähernd gleichbleibendem Zug von bis zu 80 cm Hg Wasser aufnehmen können. Der Barometerstand war 74,6. Eine Korrektur für Kapillardepression fällt hier weg, und die Wassersäule oberhalb des Hg spielt keine Rolle, da sie nur 8 cm hoch war bis zur Zweigbasis. Ob die Menge des aufgenommenen Wassers die gleiche war, wie wenn der Zweig Atmosphärendruck unterworfen gewesen wäre, das ist leider nicht bestimmt worden.

Es ist aber festgestellt worden, daß der Zweig am Schlusse des Versuches noch dasselbe Gewicht besaß, wie beim Beginn. Es sind also jedenfalls keine nennenswerten Wassermengen durch den großen Zug aus ihm herausgezogen worden.

Versuch 34 mit einem Zweig, der nur ein ganz kleines transpirierendes Zweigchen besaß. Apparat wie in Versuch 123. Nach Abschluß des Apparates am 11. August $2^1/_2$ h bis in die Nacht vom 14. zum 15. August stand das Quecksilber ohne zu reißen. Von seinem ursprünglichen Stand von 80 cm (in der Steigröhre!) fiel es bis zum nächsten Tag auf 77,3 und stieg dann bis 14. August abends 8 h wieder auf 80 cm. In der ganzen Zeit war also stets ein Zug von mehr als Barometerhöhe wirksam. Das Gewicht dieses Zweiges aber nahm bei so langer Saugung beträchtlich ab; es betrug am Anfang des Versuches 47,3, am Schluß 40,4 gr.

Weitere Versuche sind im Gang.

3. Zusammenfassung der Tatsachen. — Schlußfolgerungen und neue Versuche.

Die Tatsachen, die sich aus den mitgeteilten Versuchen entnehmen lassen, können kurz zusammengefaßt werden:

Der Stumpf einer Pflanze scheidet stets viel weniger Wasser aus als der ins Wasser gestellte Gipfel aufnimmt und der intakte Gipfel verbrauchte. Die Ursache dieser Veränderung kann nur in der Unterbrechung des Zusammenhangs im Trachealgewebe liegen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß das Fehlen der Saugung zum Nachlassen oder Aufhören der Wasserausscheidung aus der Wurzel führt. Saugt man nun mit der Luftpumpe an einem Stengelstumpf, so tritt bei blutenden Pflanzen eine beträchtliche Vermehrung der Blutungsmenge ein, und nicht blutende zeigen eine schwache Ausscheidung. Bei stärkerer Saugung wird mehr abgegeben als bei schwacher; es besteht aber zwischen Wasserausgabe und Saugung keine einfache Proportionalität. Nirgends konnte aber auch bei maximaler Pumpenwirkung die Wasserausscheidung so gefördert werden, daß dadurch der Transpirationsbedarf gedeckt würde, selbst wenn man für diesen nur mäßige Ansätze macht. — Wird der Topf, in dem der Stumpf wurzelt, ganz unter Wasser gesetzt, oder in eine Wasserstoffatmosphäre gebracht oder wird endlich die Umgebung der Wurzel stark abgekühlt, so nimmt die Ausscheidung des Stumpfes auch bei starker Saugung beträchtlich ab.

Der Gipfel zeigt unmittelbar nach seiner Abtrennung eine starke Vermehrung der Wasseraufnahme selbst dann, wenn die intakte Pflanze unter Bedingungen sehr geringer Transpiration gehalten wurde. Es bestehen also offenbar Spannungen in der intakten Pflanze, die sich nach dem Abschneiden und der Einwirkung des Atmosphärendruckes auf die Schnittfläche ausgleichen. Späterhin nimmt dann der Zweig weniger Wasser auf, und diese Aufnahme vollzieht sich, wenn die Außenverhältnisse konstant sind, annähernd gleichförmig[1]. Die Hauptversuchsobjekte, Zweige von Biota und Chamaecyparis hielten sich so wochenlang im Dunkelzimmer bei konstanter Temperatur. Solche Zweige konnten dann zu Versuchen über die Bedeutung des Druckes für die Wasseraufnahme benutzt werden. Es zeigte sich, daß Drucke, die zunächst von 76 cm Hg bis abwärts nahezu Null gingen, immer nur anfangs die Wasseraufnahme herabsetzten; nach ein paar Stunden ging diese wieder mit der gleichen Geschwindigkeit vor sich wie bei Atmosphärendruck. Und genau entsprechend wirkt Druckvermehrung um 1 bis 2 Atmosphären; es findet nur anfangs eine vermehrte Wasseraufnahme statt. Weitere Versuche sollten dann die Wasseraufnahme bei Drucken kleiner als Null, also wirklich negativen Drucken studieren. Wegen der Unvollkommenheit der Apparate gelangen sie nicht so wie es wünschenswert gewesen wäre. Immerhin konnte in einigen Fällen eine anscheinend nicht wesentlich verminderte Wasseraufnahme auch bei wirklich negativen Drucken von 15 bis 25 cm beobachtet werden.

Die Versuche, die soeben kurz zusammengefaßt sind, können also nicht den Anspruch erheben, prinzipiell Neues gebracht zu haben. Wenn sie etwas von früheren Versuchen auf diesem Gebiete abweichen, so liegt das in dem steten Bestreben, soweit möglich quantitativ zu arbeiten. Es sollte nie einfach festgestellt werden, daß Wasser, sondern wieviel Wasser unter bestimmten Umständen in der Pflanze emporsteigt. Nur wenn der normale Transpirationsbedarf durch einen wasserhebenden Prozeß gedeckt werden kann, darf dieser bei einer ernsthaften Theorie der Wasserhebung in Betracht gezogen werden. An-

[1]) An die Nachwirkung der Periodizität der Transpiration und an die Bedeutung der Erneuerung der Schnittfläche sei nur kurz erinnert.

dererseits ist aber das quantitative Ausreichen noch lange kein sicheres Anzeichen dafür, daß der beobachtete Vorgang nun auch in der lebenden Pflanze das Wassersteigen bedingt. So konnte gezeigt werden, daß im abgeschnittenen Zweig das große Hemmnis, das die Wurzel einem Filtrationsstrom entgegensetzt, ganz wegfällt. Solche Zweige nehmen also Wasser viel leichter und vielleicht deshalb auch zunächst in größerer Menge auf, als die bewurzelte Pflanze. Wer vermöchte da zu wissen, ob in ihnen das Steigen nach derselben Mechanik erfolgt wie in der ganzen Pflanze? — Es ist ferner bekannt, daß der abgeschnittene Zweig, wenn er statt direkt aus einer Wasserfläche zu schöpfen auf ein längeres Glasrohr aufgesetzt wird, das Wasser mit Leichtigkeit durch dieses Rohr in die Höhe saugt. Daraus den Schluß zu ziehen, daß auch in der intakten Pflanze zum mindesten auf die Länge eines solchen Rohres der Strom rein physikalisch, d. h. ohne Mitwirkung des Parenchyms von statten gehe, ist gewiß verfehlt.

Mehrere der Versuche machen es nun wahrscheinlich, daß in den Gefäßbahnen der lebenden intakten Pflanze eine ansehnliche Zugspannung herrscht. Manche geben aber keine Vorstellung, wie groß diese Spannung ist, lassen also die Möglichkeit zu, daß es sich um weiter nichts als den seit Höhnel bekannten Unterdruck in der Gefäßluft handelt, so die (S. 32) geschilderten Versuche mit Chamaecyparis. Dagegen weisen die Saugversuche an den Wurzelstumpfen entschieden auf die Existenz negativer Drucke in der intakten Pflanze, ohne daß man wie ausgeführt wurde deren Größe zuverlässig bestimmen könnte. Sie fänden zweifellos ihre einfachste Erklärung durch die Kohäsionstheorie. Und auf der anderen Seite zeigen die im letzten Abschnitt geschilderten Kohäsionsversuche, daß man im abgeschnittenen Zweig künstlich einen Kohäsionszug herstellen kann und dieser in keiner Weise die Wasseraufnahme verhindert, ja vielleicht sie nicht einmal herabsetzt. — Nach der Kohäsionstheorie werden hohe negative Zugspannungen nur in hohen Bäumen vorausgesetzt, wo sie das Steigen des Wassers auf große Höhen bedingen sollen. Unsere Versuche mit Sanchezia und Cobaea zeigen, daß schon bei krautigen Pflanzen von Dezimeter oder Meterhöhe beträchtliche negative Drucke

nötig wären, wenn wirklich nur durch die basal weiter gegebene osmotische Saugung der transpirierenden Blätter die erforderliche Wassermenge durch die Wurzel hindurch filtrieren soll. Und wenn wir gar die Chamaecyparisbäumchen betrachten, die nicht höher als 1—2 m waren, so gaben deren Wurzelsysteme bei der Saugung der Luftpumpe nur einen ganz geringen Bruchteil ihres normalen Transpirationsbedarfes ab, es müßte hier also lediglich zur Überwindung des Widerstandes der Wurzel ein derartig hoher negativer Druck herrschen, wie er für das Wassersteigen bisher kaum von irgendeinem Autor verlangt worden ist.

Zwei Fragen schließen sich nun an diese Versuche an. Die eine lautet: »Beweisen sie etwas für oder gegen die Kohäsionstheorie?« Die andere: »Sind hohe negative Drucke in der intakten Pflanze überhaupt auf die Dauer möglich?«

Ursprung (1913 b) hat seinen Kohäsionsversuch unnatürlich genannt, weil er nur dann gelingt, wenn die unteren Teile des Zweiges durch Injektion mit ausgekochtem Wasser luftfrei gemacht worden sind. Nach der Auffassung Ursprungs werden durch diese Injektion erst die zusammenhängenden luftfreien Wassersäulen erzeugt, die zum Kohäsionssteigen nötig sind. Diese Ansicht läßt sich z. Z. gewiß nicht widerlegen, es steht ihr aber nicht ohne Berechtigung auch eine andere Möglichkeit gegenüber, nämlich die, daß die Injektion nur deshalb nötig sei, weil im intakten Zweig neben kohärenten Wasserfäden auch solche vorhanden waren, die durch Luftblasen unterbrochen sind. Wenn nun im nicht zerschnittenen Zweig diese luftführenden Bahnen aus der Wasserleitung ausgeschaltet sind, dann könnte sich, wie das Dixon und Renner ausführen, die Saugung in den zusammenhängenden Wasserfäden auf dem Wege der Kohäsion fortpflanzen. Wenn es also gelänge nach dem Zerschneiden der Pflanze die allein der Leitung dienenden Elemente wieder richtig miteinander zu vereinen, dann wäre die von Ursprung beanstandete künstliche Injektion vielleicht nicht nötig. Leider ist ein solcher Versuch wohl gänzlich unausführbar; denn da wo die Größe der Gefäße vielleicht das gestatten könnte, da werden die Gefäße nicht die einzigen Leitbahnen sein. Auch führen zweifellos gerade die großen Gefäße

der Lianen, an die hier gedacht wird, in der Natur viel Luft (Vgl. Strasburger 1891 S. 824) ohne daß wir freilich wüßten, ob das für alle zutrifft. Es ist also sehr wohl möglich, daß sie überhaupt nur als Wasserspeicher fungieren.

Eine Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten der Deutung der Kohäsionsversuche scheint mir z. Z. demnach nicht vorzuliegen.

Wir wenden uns zur zweiten Frage: sind in der Pflanze dauernde negative Spannungen möglich? Die besten Kohäsionsversuche erstrecken sich ja nur auf Stunden oder Tage und zweifellos wird ihre Dauer noch mehr verkürzt werden, wenn man nicht nur grade eben den Druck Null überschreitet, sondern negative Drucke von einer, zwei oder mehr Atmosphären zu verwenden sucht. Aber wenn auch solche Versuche gelängen, ließen sich doch keine sicheren Schlüsse aus ihnen ziehen, weil man so wenig wie bei den ausgeführten wüßte, ob das Reißen der Flüssigkeit deshalb eintritt, weil die künstlich hergestellten Bedingungen im Versuch gestört sind, oder weil die schon vorher vorhandenen kontinuierlichen Wassersäulen zerrissen sind.

Ein Bedenken, das von jeher gegen die Kohäsionstheorie vorgebracht wurde, weist auf den Luftgehalt der Leitungsbahnen hin. In den Versuchen mit Glasapparaten hat man die größte Mühe, die letzten Spuren von gelöster Luft zu entfernen. Wie soll das in der Pflanze geschehen? Das Wasser im Boden kommt luftbeladen in die Pflanze. Nun kann man sich wohl vorstellen, daß die lebenden Elemente, durch die es passiert, einiges davon konsumieren, man kann nach den Erfahrungen von Claussen (1901) ferner annehmen, daß auch die Gefäßwände ein großes Absorptionsvermögen für Luft besitzen. Aber wie auf diese Weise dauernd luftfreies Wasser hergestellt werden könnte, bei dauerndem Zustrom von lufthaltigem, das ist nicht verständlich. Auch weiß man, daß der Blutungssaft Luft enthält; über seine Brauchbarkeit für Kohäsionsversuche in Glasröhren sind freilich Ursprung (1913 a) und Dixon (1914) zu ganz verschiedenen Resultaten gekommen. Aber selbst wenn man sich alle wasserleitenden Elemente für einen Moment einmal völlig luftfrei vorstellt, muß nicht die Luft der umgebenden Zellen, indirekt also die atmosphärische Luft durch

Diffusion ihren Weg ins Innere der Tachealemente finden und um so schneller je größer der Unterdruck in diesen ist?

Seit Höhnel (1879) ist ja bekannt, daß die Gefäßwand im feuchten Zustand nicht undurchlässig für Luft ist. Und wenn der Druckunterschied zwischen außen und innen nahezu eine Atmosphäre beträgt, so wird diese Diffusion recht stürmisch.

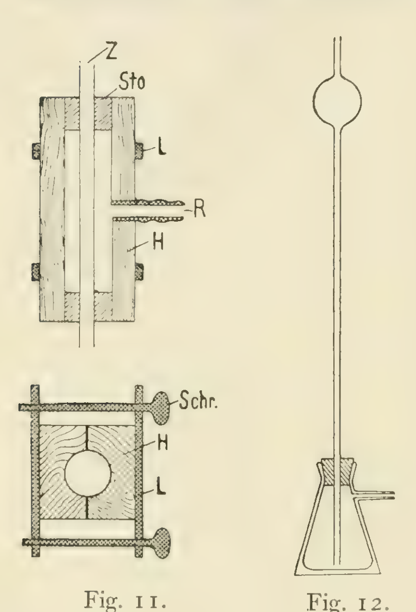


Fig. 11.
Oben Längsschnitt, Unten Querschnitt des im Texte beschriebenen Preßapparates.

Z	Zweig.
Sto	Stopfen.
L	Leiste aus Messing.
R	Rohr für die Preßluft.
H	Holzschiene.
Schr	Schrauben.

Fig. 12.

Höhnel operierte mit Zweigstücken, deren eines Ende fest verschlossen war, und ließ am anderen Ende die Luftpumpe saugen. Er beobachtete einen kontinuierlichen Blasenstrom aus den Gefäßen des offenen Endes. In etwas andrer Weise bin ich zum gleichen Resultat gekommen. Abgeschnittene, mit Blättern und dem natürlichen Gipfel versehene Zweige wurden mit der Schnittfläche nach oben in Wasser gestellt. In einiger Entfernung von der Schnittfläche wurden im Abstand von 12 bis 15 cm je ein durchbohrter, gut an den Zweig passender zylindrischer Kautschukstopfen dem Zweig aufgesetzt, Dann wurden zwei genau aufeinander passende aus Buchenholz gefertigte und mit halbzylindrischer Längsriefe versehene Schienen, die mit Paraffin getränkt waren, an die Stopfen und durch vier Schrauben fest aneinander gepreßt, nachdem ihre Berührungsfläche zuvor mit Lanolin überzogen war (Fig. 11). So entstand ein für zwei Atmosphären Überdruck ziemlich dichter, zylindrischer, abgegrenzter Raum um den Zweig. Die eine Schiene hatte ein metallisches Zufuhrrohr (R), an das die Druckpumpe angesetzt werden konnte. Die Luft trat

gleichzeitig in eine kleine Druckflasche (Fig. 12) ein, die zum größten Teil mit Quecksilber gefüllt war. Unter dem Druck der Pumpe stieg dann das Quecksilber in enger Kapillare bis zu einem Niveau von 150 cm, wo die Kapillare sich zu einer Kugel von 3 cm Durchmesser erweiterte. Alle paar Stunden wurde Luft nachgepreßt, sodaß immer Quecksilber in der Kugel übrig blieb. So konnte der Druck stundenlang auf einige Zentimeter genau erhalten werden, obwohl durch den Zweig, wie durch kleine Undichtigkeiten des Apparats ein ständiger kleiner Luftverlust eintrat. Um das Eindringen der komprimierten Luft in das Gefäßsystem zu erleichtern, wurde eine ev. Korkschicht oder auch Teile der Rinde entfernt, nie aber der Holzkörper selber frei gelegt oder gar verletzt.

Wie zu erwarten trat bei Versuchen mit Ahorn, Robinia, Cobaea und Eiche sehr bald nach Einsetzen des Druckes Luft aus den Gefäßen der Schnittfläche aus, nicht selten ziemlich stürmisch. Biotazweige dagegen gaben, wie ebenfalls zu erwarten, selbst nach tagelangem Lufteinpressen nichts ab. Am eingehendsten wurde Ficus Carica studiert. Einige von diesen Versuchen seien kurz mitgeteilt.

Versuch 35. Ein Zweig, im Freien unter Wasser abgeschnitten, nimmt im Laboratorium am Nachmittag pro $^1/_2$ h auf: 4,2, 4,3, 4,0, 2,9; Nachts 1,7 g. Die Wasseraufnahme am nächsten Morgen betrug ebenfalls pro $^1/_2$ h berechnet: 2,5, 2,5, 2,7. Nach Einleitung einer Pressung 9 h ^{30} mit 150 cm Hg traten rasch Luftblasen aus der Schnittfläche aus und die Wasseraufnahme pro $^1/_2$ h betrug: 1,6, 1,0, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1. Schon um 10 Uhr machte sich Welken bemerkbar und auch nach Aufhören der Preßung konnte sich der Zweig nicht mehr erholen, er verdorrte. Ein Kontrollzweig zeigte, daß am zweiten Tag die Wasseraufnahme nicht die Werte des ersten erreicht, daß aber der rapide Abfall im Versuch nur durch die eingepreßte Luft bedingt sein kann. Es müssen also hier so ziemlich alle Leitungsbahnen mit Luft erfüllt und für Wasser unwegsam geworden sein.

Versuch 36. An der bewurzelten Pflanze in der gleichen Weise die Gefäße mit Luft anzufüllen ist bisher noch nicht gelungen. Zur Zeit als ein solcher Versuch angestellt wurde, trat Regenwetter ein, und nur bei starker Transpiration könnte eintretende Preßluft Aussicht haben die Gefäße zu blockieren.

Versuch 37. Bei Ficus ist durchaus keine so starke Quecksilberpreßung nötig wie sie bisher angewandt wurde. An abgeschnittenem Zweig wurde die unter verschiedenen Drucken aus der Schnittfläche pro h entweichende Luft aufgefangen und gemessen. Es ergaben sich folgende Mengen:

bei 56 cm Hg in 1 h : 0,58 ccm
„ 100 „ „ „ 1 h : 1,57 „
„ 30 „ „ „ 1 h : 0,52 „
„ 30 „ „ „ 1 h : 0,38 „

Wenn diese nicht genau dem Druck proportional sind, so dürfte das verschiedene Ursachen haben. Vor allem wohl die eine, daß bei hohem Druck auch noch aus Gefäßen, die eine Querwand haben, Luft austreten kann, während bei niedrigem Druck diese ausgeschaltet sein dürften. Auch müßten die einzelnen Drucke, wenn man genaue Werte haben wollte längere Zeit konstant bleiben, damit die Nachwirkungen des vorhergehenden Druckes ausgeklungen sind. Da das nicht der Fall war, erklärt es sich, das die beiden letzten, bei gleichem Druck ausgeführten Versuche zu ungleichen Werten geführt haben. Für die hier verfolgten Zwecke genügen aber die Versuche vollkommen.

Die Versuche zeigen, daß auch bei Druckdifferenzen von weit unter einer Atmosphäre die Gefäßwand leicht für Luft permeabel ist.

Allein das Kohäsionsproblem hat in neuster Zeit durch Renner (1915) und namentlich durch dessen Schüler Holle (1915) eine interessante Wendung genommen. Es wird angenommen, daß zweierlei Elemente im Holzkörper vorkommen. Solche mit einer Zellwand, die leicht der Luft den Durchtritt gestattet, bei denen demnach eine Kohäsion geradezu vermieden wird, und andere, bei denen auch bei stärkstem Zug kein Reißen des Inhaltes eintreten soll[1]. Erstere sollen der Speicherung, letztere allein der Leitung dienen. Diese Hypothese hat viel Ansprechendes und sie findet insofern Unterstützung durch Tatsachen, als Holle zeigen kann, daß die Zugfestigkeit des Zellinhaltes bei verschiedenen Elementen der Pflanze ganz verschieden hoch ist, und daß diese Verschiedenheit nicht etwa durch ungleichen Inhalt, sondern einzig und allein durch die Beschaffenheit der Zellhaut bedingt ist. Auch kann man ja bei dem verbreitetsten Typus der Holzstruktur sofort zwei, auch äußerlich verschiedene Elemente nennen, denen man diese verschiedenen Eigenschaften und Leistungen hypothetisch zuschreiben kann. Die Gefäße sollen die Speicher, die Tracheiden die Leiter sein. Natürlich steht der experimentelle Nachweis, daß dem wirklich so ist, noch gänzlich aus; und ihn wird man verlangen müssen. Aber auch so fehlt es nicht an schweren Bedenken gegen diese Auffassung. Schon bei den Coniferen wird die Annahme, daß die äußerlich alle gleich erscheinenden Tracheiden zwei in Bezug auf ihre Wandbeschaffenheit ganz

[1]) Schon 1911, S. 196 weist Renner auf nebeneinanderliegende wassergesättigte und ungesättigte Bahnen hin.

verschiedenen Typen angehören, nicht so recht wahrscheinlich sein. Immerhin könnte man sich mit dieser Schwierigkeit noch abfinden. Was aber der Rennerschen Hypothese meines Erachtens sehr große Schwierigkeiten macht, das ist das Verhalten derjenigen Dikotylen, bei denen Gefäße allein die Leitung besorgen. Zu ihnen gehört, wie Strasburger 1891 gezeigt hat Ficus. Auch bei unserer Ficus Carica läßt sich das bei Strasburger ausgeführte Experiment machen, daß ein Zweig an der Pflanze im Abstand von einigen cm von zwei Seiten bis über das Mark geführte Quereinschnitte erhält und dann verdorrt. Wären andere Elemente außer den Gefäßen vorhanden, die der Leitung dienen könnten, so würden solche Einschnitte den Wasserstrom im äußersten Fall etwas einschränken aber nicht aufheben. Hier aber heben sie ihn wirklich auf.

Versuch 38. Ein abgeschnittener Zweig im Wasser stehend nahm im Kalthaus zunächst folgende Mengen pro h auf: 2,5, 2,2, 2,5, 2,4, 2,4 ccm. Nach Anbringung der Einschnitte im Abstand von 3 cm betrug die Aufnahme pro h 0,4, 0,3. — Jetzt werden die Einschnitte noch etwas vertieft, sodaß vielleicht $^1/_3$ des Stammquerschnittes an jedem Einschnitt intakt blieb. Darauf war die Wasseraufnahme der rasch welkenden Zweige so gut wie aufgehoben. Sie betrug in den nächsten 18 Stunden nur 0,03 ccm pro h.

Ist damit erwiesen, daß die Gefäße und daß nur die Gefäße die Leitung besorgen, so könnte, wie bei den Coniferen in den Tracheiden, so hier in den Gefäßen noch immer eine Differenzierung im physiologischen Verhalten der Zellwand gegeben sein. Daß aber alle Gefäßwände bei passendem Überdruck leicht Luft eindringen lassen und daß aus diesem Grund Kohäsionssäulen von Wasser ausgeschlossen sind, das zeigt folgender Versuch.

Versuch 39. Eine bestimmte Stelle eines Zweigquerschnittes wurde mit Binokular (Objektiv a 2; Okular f. = 15) beobachtet, während eine seitliche Lufteinpressung mit Apparat fig. 11 in den Stamm unter 150 cm Hg erfolgte. Wenn man den Querschnitt zuvor mit etwas Safranin anfärbt und nur gerade eben feucht hält, ohne eine tiefere Wasserschicht darauf zu belassen, dann sieht man nicht nur die einzelnen Elemente jedes aufs deutlichste, sondern man kann auch jedes einzelne Gefäß untersuchen und konstatieren ob es Luft durchläßt oder nicht. Und da zeigt sich, daß wenn man zunächst den Zweig von unten her stundenlang mit abgestandenem Wasser unter Druck injiziert, bis längst keine sichtbaren Luftblasen aus dem Querschnitt austreten und dann erst die seitliche Lufteinpressung vornimmt, daß so gut wie jedes Gefäß in kürzester Zeit Luft austreten läßt. In einem bestimmten Fall wurden 69 Gefäße beobachtet und in einer Skizze des Gesichtsfeldes festgehalten. Nur 2 von ihnen gaben keine Luft ab.

Der Versuch zeigt, daß alle Gefäße von Ficus Carica in Bezug auf Luftdurchlässigkeit ganz gleich sind. So bleibt wohl den Vertretern der Kohäsionstheorie nichts anderes übrig als anzunehmen, daß entweder in den Pflanzen, die nur Gefäße führen, keine Kohäsionszüge auftreten, oder daß rein zufällig in einzelnen Gefäßen ein Zerreissen der Säule eintritt, während andere kohärent bleiben, oder aber, daß im nicht einseitig geöffneten Gefäß ganz andere Bedingungen gegeben seien, als im offenen.

Auch heute noch scheint mir die Darlegung Renners zwingend, daß die Saugkraft seiner eingekerbten, gequetschten etc. Zweige auf hohe negative Drucke vermehrt wird. Wir wissen aber nicht, ob dauernd solche negative Drucke möglich sind, oder nur solange, bis die Luft Zeit gefunden hat einzudringen. [Die tatsächlich von Renner beobachteten Verminderungen der Wasseraufnahme bei längerer Dauer der Versuche (z. B. 1911, S. 209 und 211, Vers. 390, 131, 227) erlauben keine Schlüsse]. In meiner letzten zusammenfassenden Darstellung (Vorlesungen, 3. Aufl., S. 95) habe ich aber übersehen, daß in den Versuchen Renners (1912, S. 577) der Nachweis steckt, daß auch in intakten Pflanzen negative Spannungen auftreten können; sonst würden die betreffenden Zweige bei Wasseraufnahme durch den unverletzten Gipfel nicht den »Rückstoß« geben, den Renner beim Abschneiden konstatierte. Diese Tatsache ist zweifellos sehr wichtig für das Wasserleitungsproblem, nicht minder bedeutungsvoll ist auch der Nachweis Renners (1915) und Holles (1915) daß Zellen existieren, die lange einen hohen Kohäsionszug aushalten und doch nicht ganz impermeabel für Luft sind.

Trotzdem kann ich mich der Ansicht Renners, daß die Kohäsionstheorie im Kern völlig feststehe und nur noch nötig habe anatomisch nachzuweisen, wo die zusammenhängenden Wasserfäden seien, nicht anschließen. Ich glaube vielmehr, daß noch weitere experimentelle Untersuchungen die Aufklärung bringen müssen, ob diese Theorie richtig ist oder nicht.

Literatur.

Baranetzki, 1873. Abh. naturf. Ges. Halle. **13.**
Boehm, 1893. Ber. d. bot. Ges. **11,** 203.
Chamberlain, 1897. Recherches sur la sève ascendante. Neufchatel.
Claussen, 1901. Flora. **88.**
Deveaux, 1902. C. R. acad. d. Paris. **134,** 1366.
Dixon, 1914. Sc. Proc. Dubl. Soc. **14,** 229.
Höhnel, 1876. Über den negativen Druck der Gefäßluft. Diss. Straßburg.
—, 1879. Jahrb. wiss. Bot. **12,** 47.
Holle, 1915. Flora. **108,** 73.
Janse, 1887. Jahrb. wiss. Bot. **18,** 57.
Pfeffer, 1897. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. I.
Ramstedt, 1908. Arkiv f. Matem. Astr. och Fysik. **4,** N. 16.
Renner, 1911. Flora. **103,** 171.
— 1912a. Ber. bot. Ges. **30,** 576.
— 1912b. Ber. bot. Ges. **30,** 642.
— 1915. Jahrb. wiss. Bot. **56,** 617.
Rysselberghe, 1901. Rec. Institut bot. Errera. **5,** 209.
Scheit, 1886. Jen. Ztschr. f. Naturw. **19** (N. F. **12.**)
Strasburger, 1891. Über den Bau u. die Verrichtungen der Leitungsbahnen. Jena.
Ursprung, 1913a. Ber. bot. Ges. **31,** 388.
—, 1913b. Ber. bot. Ges. **31,** 401.
Vesque, 1884. Ann. sc. nat. IV. **19.**
de Vries, 1873. Arb. bot. Instituts Würzburg. **1,** 289. (Weitere ähnliche Vers. Sachs Lehrbuch d. Bot. 4. Aufl. S. 661.)
Wieler, 1893. Cohns Beitr. z. Biologie. **6,** 1.

Besprechungen.

Goebel, K., Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen.

1. Allgemeine Organographie, Jena 1913[1]. 2. Spezielle Organographie (zunächst Bryophyten), Jena 1915.

Schon bei der Besprechung der ersten Auflage dieses Buches (Bot. Ztg. 1898, **56**, 113) wies ich darauf hin, daß es nicht in der Absicht des Verfs. gelegen habe, die landläufigen Tatsachen der Organographie darzustellen, d. h. ein Handbuch im üblichen Sinne zu schaffen, sondern zu sagen, was er selber über diese Frage denkt.

Und er denkt offenbar, daß mit dem alten Formalismus vollends aufgeräumt werden müsse. Aus dieser Auffassung heraus kommt er dazu, zahlreiche Formen und Fälle darzustellen — nicht ohne ein gewisses Behagen — welche in das altgewohnte Gleis nicht passen. Sagt er doch an einer Stelle »derartige Fälle abnormer Organbildung lassen die meisten Botaniker lieber auf sich beruhen. Sie stören unser Bedürfnis zu schematisieren und uns dadurch leichter in der Mannigfaltigkeit zurecht zu finden, sind also unbequem. Um so mehr sind sie aber hier hervorzuheben.« Verf. kann das, weil er eine glänzende Kenntnis aller morphologischen Verhältnisse besitzt und weil er mit scharfem Blicke alles Interessante herauszufinden vermag. So bietet das Buch des Neuen eine große Fülle, streift aber auch manches alte ab.

Es fehlt nämlich in der neuen Auflage die Besprechung der Regenerationserscheinungen, die Gallenbildung, die Frage nach der Vererbung der Mißbildungen usw. Beseitigt ist auch der Fremdkörper Schwendenerscher Blattstellungslehre.

Dafür ist nun als erstes größeres Kapitel eingefügt eine Diskussion über Beziehungen zwischen Gestalt und Funktion. In diesem wird besonderer Wert auf die Feststellung gelegt, daß der Faktor, dem ein bestimmtes Verhalten angepaßt ist, gar nicht immer der ist, der es

[1]) Die Besprechung des ersten Bandes erlitt durch rein äußere Umstände eine unliebsame Verspätung.

hervorgerufen hat; z. B. bedingt das Licht die Stellung der Sexualorgane an den Farnprothallien, diese sind aber angepaßt an eine Übertragung der Spermatozoiden durch das Wasser. Das Etiolement ist nicht immer als eine Anpassungserscheinung zu deuten. Blattformen, die in einem Fall als »angepaßt« gelten mögen, treten im anderen aus inneren Gründen zufällig auf, kurz, Verf. warnt davor, alles sofort als eine zweckmäßige Form zu deuten — es entsteht auch Unzweckmäßiges.

Die Ranken erfahren Wachstumsänderungen nicht durch einen funktionellen, sondern durch Reibungsreiz. Jene aber, z. B. Scheibenbildungen, treten an manchen Pflanzen schon ohne Reize von außen auf, d. h. die Fähigkeit solche zu bilden ist von Reizwirkung nicht mehr abhängig, sie ist im gewissen Sinne erblich geworden. Gedankengänge derart führen dann den Verf. dazu, der Vererbung erworbener Eigenschaften das Wort zu reden, so zwar, daß die Lebensbedingungen die Reaktionsfähigkeit der Pflanze und endlich auch dauernd deren Form ändern können.

Am bezeichnendsten für die Auffassungen des Verfs. ist vielleicht noch der Satz: »Die Mannigfaltigkeit der Formen ist größer als die Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen!«

Das alles wird nun in den einzelnen Abschnitten weiter ausgeführt.

Abschnitt 2, »die Organbildung auf verschiedenen Stufen des Pflanzenreiches«, behandelt in ähnlicher Weise wie in der ersten Auflage die Arbeitsteilung in den verschiedenen Gruppen, natürlich erweitert und vermehrt. Besonders werden wieder die vom Verf. so gern behandelten »zweifelhaften Fälle« — die Wurzelträger der Selaginellen, die Dioscorea-Knollen, die Utricularien usw. besprochen. Zu den Fortpflanzungsorganen übergehend, werden deren Homologien dargestellt und auch die Auffassung verteidigt, daß pluriloculäre Sporangien der Ausgangspunkt für die Antheridien und Archegonien der Moose seien. Da kann Ref. nicht folgen. Den Schluß von Abschnitt 2 bildet ein Kapitel über sexuellen Dimorphismus, das sehr instruktiv ist.

Abschnitt 3 erörtert die Symetrieverhältnisse in erweiterter Form — es ist das analoge Kapital aus der ersten Auflage.

Abschnitt 4: Umbildung, Verkümmerung, Verwachsung. Es wird wieder der Begriff der Metamorphone im bekannten Sinne klargelegt und dann werden die verschiedenen Abweichungen von »Normalen« entwicklungsgeschichtlich und experimentell verfolgt.

Abschnitt 5 bespricht die Verschiedenheit der Organbildung auf verschiedenen Entwicklungsstufen, besonders die Jugend- und Folgeformen in sehr hübscher Darstellung, streift auch die cytologische Verschiedenheit zwischen Sporophyt und Gametophyt und kommt zu dem

Resultate, »daß es der Pflanze darauf ankomme den Vorgang der Reduktion irgendwo und irgendwie abzumachen, es scheint ihr aber nicht viel daran zu liegen, an welcher Stelle der Entwicklung dies erfolgt«. Dem kann Ref. nur zustimmen.

Abschnitt 6: Die Abhänigkeit der Organbildung von äußeren und inneren Faktoren. 1. Beeinflussung der Gestaltung durch Innenbedingungen. 2. Beeinflussung . . . durch Außenbedingungen. Bei den ganzen Neigungen des Verfs. ist es begreiflich, daß hier das Experimentelle — zumal das mit einfachen Mitteln erreichbare — stark in den Vordergrund tritt.

Im 2. Teil (Spezielle Organographie) behandelt Verf., soweit der bislang erschienene Teil reicht, seine besonderen Lieblinge, die Bryophyten und man muß sagen, daß dieses Heft ganz besonders anspricht, gerade hier steht dem Verf. aus eigener Anschauung ein auffallend reiches Material zur Verfügung.

Verf. kommt zu dem Resultat, daß die Bryophyten nur in 2 Gruppen, die Laub- und Lebermoose, zu teilen seien. Die Anthoceroten, Andreaeen und Sphagna bilden keine besondere Gruppe. Das geht aus dem Bau der Sexualorgane hervor. Die Lebermoose sind der einfachere, die Laubmoose der fortgeschrittene Typus. Unter den Lebermoosen haben die Marchantien und Anthoceroten einen einfacheren Aufbau der Antheridien als die Jungermaniaceen. Demgemäß werden zunächst die Antheridien und Archegonien eingehend behandelt und verglichen, dann aber werden die Sporogone besprochen. Verf. bezeichnet anthocerosähnliche Formen als den Ausgangspunkt der Bryophyten. Das Archespor war ursprünglich lang glockenförmig. Das Sporogon der Laubmoose entstand dadurch, daß der obere Teil des Archespors steril wurde. Damit war die Tonnenform desselben bei dieser Gruppe gegeben. An die Stelle der sterilisierten Archesporkappe trat das Peristom. Sonach können Sphagnum und Andreaea ein Peristom nie besessen haben. Bei den Lebermoosen ist das Sporogon reduziert, die Columella ist verschwunden, an deren Stelle sind beliebige sterile Zellen getreten. Noch weiter reduziert sind die kleistocarpen Formen, sowohl bei den Laub- wie bei den Lebermoosen. Die Columella wird mit zur Sporenbildung benutzt.

Verf. vergleicht nun Sporophyt und Gametophyt von Anthoceros als der primitivsten Form und behandelt dann ausführlich und sehr ansprechend die Vegetationsorgane der Lebermoose. Das alles kann hier natürlich ebenso wenig wiederholt werden wie die Ausführungen über die Ökologie, über Brutknospen usw. Hervorgehoben muß werden, daß Verf. im Gegensatz zu Leitgeb u. a. die einfacheren Marchan-

tiales als reduzierte Formen betrachtet, also hier neuerdings ein Absteigen der Reihe annimmt. Es folgt die Betrachtung der Embryonen und Sporangien der Lebermoose, die natürlich entwicklungsgeschichtlich wie ökologisch beleuchtet werden.

Ganz analog den Lebermoosen werden die Laubmoose ausführlich behandelt, also deren ganze äußere Morphologie, ihr Zentralstrang ihre Beziehungen zur Außenwelt, die Gametangienstände, die Kapseln, die Sporenausstreuung usw.

Manche Ausführungen des Verfs. z. B. die über die Marchantiaceen-Reihe werden nicht ohne Widerspruch bleiben, aber kein Leser wird das Buch aus der Hand legen, ohne aus ihm die vielfachsten Anregungen erhalten zu haben. Oltmanns.

Chamberlain, Ch. S., Methods in plant histology.

3. Revised edition. Chicago Ill. 1915. 8°. 314.

Daß von diesem Buche bereits die dritte Auflage erscheint, zeigt, daß es den Bedürfnissen, für die es bestimmt ist, entsprochen hat. Es soll offenbar in kleinerem Umfange etwa das sein, was uns der »Große Strasburger« ist. Bei Vergleichung der beiden Bücher fällt sofort die völlig andere Arbeitsweise der Amerikanischen Schule gegenüber dem, was bei uns üblich ist, ins Auge.

Es überwiegt völlig die Technik, die im ersten Teile eingehend behandelt wird. Die gebräuchlichen Methoden werden neben anderen für besondere Zwecke geeigneten sehr ausführlich behandelt. Es wird vielleicht auch für uns manches daraus zu entnehmen sein. Die im zweiten Teile aufgeführten Beispiele umfassen das landläufige Übungsmaterial, wie es in den U. S. A. vorliegt. Niedere Pflanzen werden verhältnismäßig nur kurz behandelt; eine Scheidung des für Anfänger und Fortgeschrittenere resp. auch für Fachmänner bestimmten Textes, wie auch Literaturangaben, die bei Strasburger reichlich vorhanden sind, fehlen.

Es sind eben die Bedürfnisse ganz verschiedene, denen die beiden Bücher genügen sollen. Strasburger wendet sich im wesentlichen mehr an diejenigen, die sich der Botanik oder einem naturwissenschaftlichen Fache dauernd widmen wollen, während das Chamberlain'sche Buch der großen naturwissenschaftlichen Studentenschaft Amerikas dienen soll, die die Hörsäle und Übungen in einem bei uns kaum erreichten Maße füllt, wenigstens war mir die erheblich größere wöchentliche Stundenzahl, wie die Menge der botanische Vorlesungen und Übungen besuchenden Studenten beiderlei Geschlechts, wo ich Gelegenheit hatte

es zu beobachten, in Palo Alto und Berkeley, wie in Madison und Chicago gleich auffällig. Dieser Masse und der mehr an unsere Schulen erinnernden Unterrichtsweise entspricht auch die gleichsam fabrikmäßige Herstellung des notwendigen Materials, wie sie vom Verf. p. 290 z. B. empfohlen wird: »One student may imbed in paraffin enough of the Anemone for the whole class; another may imbed Lilium stamens; and by such a division of labor a great variety of preparations may be secured without a corresponding demand upon the time of the individual.« Die gründliche Behandlung der Technik im ersten Teile bietet Gewähr dafür, daß alle von verschiedenen Arbeitern hergestellten Materialien den notwendigen Anforderungen gleichmäßig genügen. Für deutsche Verhältnisse ist das Buch eben nicht geschrieben, den amerikanischen dürfte es in vorzüglicher Weise entsprechen.

G. Karsten.

Hume, M., On the presence of connecting threads in graft hybrids.

New Phytol. 1913. **12**, 216—221. 1 Textfig.

Meyer, A., Notiz über die Bedeutung der Plasmaverbindungen für die Pfropfbastarde.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 447—456.

Unter den Ergebnissen der genaueren Analyse des Laburnum Adàmi scheint besonders der Nachweis der Plasmodesmen zwischen der Epidermis und der folgenden Schicht Beachtung gefunden zu haben. In der Tat verdient ja das Vorhandensein von Verbindungsfäden lebenden Plasmas zwischen artfremden Zellen ein weitgehendes theoretisches Interesse sowohl für das Verständnis des Zusammenarbeitens der Protoplasten, als auch für die Bedeutung der Plasmodesmen selbst. So ist es nicht zu verwundern, daß gerade an diesem Punkte weitere Untersuchungen angesetzt haben.

Zunächst wurde von Margaret Hume der Nachweis der genannten Strukturen am Lab. Adami und einigen der Winklerschen Solanum-Mischlinge versucht. Für die erste Pflanze wählte sie das Vexillum, weil in der Blüte die charakteristischen Eigenschaften der Komponenten am sichersten zu erkennen seien. Diese Wahl ist nicht gerade glücklich; denn in dem ziemlich zarten Gewebe der Blütenblätter ist der Nachweis der Plasmaverbindungen nicht gerade einfach; die übrigen Organe erlauben doch ebenfalls eine leichte Unterscheidung der artfremden Zellen! Es ist denn der Verf. der Nachweis auch nicht gelungen, und sie begnügt sich damit, das Vorhandensein korrespon-

dierender Tüpfel festzustellen. Bei Sol. tubingense hingegen glaubt sie zwischen den inneren tangentialen Wänden der Tomaten-Epidermis und den angrenzenden Nachtschatten-Zellen Verbindungsfäden nachgewiesen zu haben. Die beigefügte Figur zeigt einzelne und in kleinen Gruppen liegende Linien, die die Wände (unabhängig von Tüpfeln) durchsetzen. Ob es sich dabei wirklich um Plasmodesmen handelt, mag dahingestellt bleiben. A. Meyer gibt in dem obengenannten Aufsatz der Vermutung Ausdruck, daß sie nur Tüpfelfüllungen gesehen hat.

Dieser Autor, der sich ja schon wiederholt über Plasmaverbindungen ausführlich verbreitet hat, ließ in seinem Institute durch Herrn Stapp Sol. tubingense aufs neue untersuchen. Stapp gelang es einwandfrei, die Anwesenheit von Plasmodesmen an den fraglichen Stellen nachzuweisen. Sie durchsetzen, ähnlich wie beim Lab. Adami, die Schließhäute der Tüpfel.

An diesen Nachweis knüpft Meyer nun einige theoretische Erwägungen an, denen der Ref. zum Teil nicht beipflichten kann. Aufbauend auf der Annahme, daß Plasmodesmen zwischen den Partnern einer gewöhnlichen Pfropfsymbiose fehlten, möchte er einen prinzipiellen Unterschied zwischen solchen plasmodesmenfreien Systemen und den Periklinalchimären errichten. Dort solle nur ein Transport von Nährmaterialien usw., nach seiner Nomenklatur eine »ergastische« Beeinflussung, hier hingegen eine protoplasmatische oder »spezifische« stattfinden.

Gegen diese Schlußfolgerungen läßt sich mancherlei einwenden. Zunächst werden Meyers Zweifel an der Angabe Strasburgers, der an der Verwachsungsstelle eines Systemes $\frac{\text{Abies nobilis}}{\text{Abies pectinata}}$ Plasmodesmen fand, keineswegs allgemein geteilt. Aus der Tatsache, daß es in vielen Fällen unmöglich ist, in einem Verwachsungskallus die Grenzlinie und damit die Zugehörigkeit der einzelnen Zellen zum Reis oder zur Unterlage mit Sicherheit festzustellen — dies ist das Hauptargument der Meyerschen Zweifel —, folgt doch nicht, daß dem nun überall so sein müsse, sondern es ergibt sich höchstens die Notwendigkeit, solche Systeme und Gewebe aufzusuchen, wo die Zugehörigkeit der Zellen keinem Zweifel unterliegt! Daß es solche Fälle gibt, weiß der Ref. aus eigener Anschauung. Also erst, wenn der sehr oft wiederholte Versuch an solchen Stellen Plasmodesmen nachzuweisen, trotz aller Bemühungen scheiterte, wäre die Berechtigung vorhanden, ihre Anwesenheit zwischen den Partnern einer gewöhnlichen Pfropfsymbiose in Abrede zu stellen und dies Fehlen zur Basis weitergehender Schlüsse zu machen.

Aber auch ein anderer Punkt in Meyers Deduktionen erregt Bedenken. Das ist die Behauptung, die Komponenten des Lab. Adami beeinflußten einander spezifisch. »Die Purpureus-Epidermis zwingt z. B. das Mesophyll des Kelches von Lab. Adami zu einem dem Wachstum des Mesophylls des Kelches von C. purpureus ähnlichem, von dem Wachstum des Mesophylls von L. vulgare abweichendem Wachstum. . . . Ähnliches gilt für Epidermis und Zentralgewebe des Blattes, des Vexillums und des Flügels«. Warum eine solche Beeinflussung »spezifisch« und nicht »ergastisch« sein soll, ist nicht recht ersichtlich. Unter spezifischen Beeinflussungen hat man bisher wenigstens etwas anderes verstanden als eine bloße Änderung der Zahl und der Größe der Zellen, die, sei sie nur durch mehr »mechanische« Gründe der Gewebespannung, sei sie durch kompliziertere Korrelationen bedingt, doch keinesfalls zu ihrem Zustandekommen eine Veränderung der spezifischen Struktur postuliert. Der Ref., der ja hier über einige Erfahrung verfügt, kann in dem von Meyer herangezogenen Beispielen mit dem besten Willen nicht mehr als bloße Modifikationen sehen, die, wie zahlreiche Rückschläge — auch partielle, herab bis zu einzelnen Zellgruppen — beweisen, ganz leicht reversibel sind, ohne daß irgendwelche Spuren der Anwesenheit fremder »Plasmavitüle« zu bemerken sind. Und solche Spuren wären den aufmerksamen Beobachtern der Rückschläge in 75 Jahren doch kaum entgangen!

Die Zytoplasmavitüle, worunter Meyer »in Wasser gelöste, protoplasmatische, von den ergastischen Stoffen durchaus verschiedene Bestandteile des Zytoplasmas« versteht, denkt er sich nämlich durch die Plasmodesmen von Zelle zu Zelle wandern und die »spezifische« Beeinflussung der artfremden Zellen hervorrufen, was bei dem vermeintlichen Mangel dieser Kommunikationswege bei gewöhnlichen Pfropfsystemen nicht möglich wäre.

Ref. ist der Meinung, daß solche Anschauungen den wirklichen Verhältnissen kaum entsprechen und glaubt einstweilen daran festhalten zu müssen, daß gewöhnliche Pfropfsysteme und Chimären zwischen entsprechenden Komponenten in die gleiche physiologische Kategorie gehören und sich voneinander nur durch die Lage und Ausdehnung ihrer Grenzflächen und die unmittelbar daraus folgenden Konsequenzen unterscheiden. Buder.

Schürhoff, P. N., Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von Ranunculus acer.

Pringsh. Jahrb. f. wiss. Botan. 1915. **55,** 499—519. Taf. III—IV.

Die Frage über die physiologische Gleich- oder Ungleichwertigkeit der Amitosen und Mitosen wurde vor etwas länger als einem Jahrzehnt sehr stark diskutiert, und man war damals an vielen Stellen geneigt, die Vertretbarkeit der einen Kernteilungsform durch die andere als möglich hinzustellen. Gerade die scheinbar besten Beispiele für Amitose waren aber meist nicht lebend näher zu verfolgen, sondern auf Grund fixierten und gefärbten Materials nur indirekt erschlossen. Seitdem ist nun, namentlich in weiterer Durchdringung der Probleme, die mit der »Chromosomen-Individualität« zusammenhängen, vieles von dem scheinbar Gesicherten bezüglich der Amitosen wieder fraglich geworden. Ja, Verf. geht in seiner obigen Abhandlung so radikal vor, daß er am liebsten sämtliche Beispiele für Amitose bei höheren Pflanzen streichen und die Bilder auf Kernfusion zurückführen möchte. So will er Strasburgers bekannte, in die Lehrbücher übergegangene Tradescantia-Internodien-Amitosen, so auch sämtliche in den Riesenzellen der Heterodera-Gallen gesehenen »amitoseähnlichen« Kernfigurationen auffassen. Ref. möchte doch hier warnen, gleich ins Extrem zu verfallen, zumal bei letzterem Beispiel z. B.: Němec, auf den sich Verf. beruft, in gewissen Fällen die Amitosen durchaus nicht ausschließt. Ja Ref. möchte gerade annehmen, daß in Zellen mit abnormem Stoffwechsel, die sich weiter nicht mehr zu teilen vermögen, am ersten die Mitosen durch Amitosen ersetzt werden könnten.

Jedenfalls ist daran festzuhalten, daß des Verf.s Ansicht vorläufig ebensowenig klar bewiesen ist als die von ihm bekämpfte. In beiden Fällen handelt es sich eben um »Deutungen«.

Dem Verf. ist es nun aber gelungen, im Endosperm von Ranunculus acer anscheinend typische Amitosen zu beobachten. Gerade in dem sich nicht weiter entwickelnden »Nährgewebe« der Samen waren bisher schon allerlei Übergänge von der Mitose zur Amitose gesehen und auf Beeinflussung durch äußere Faktoren zur Zeit der Teilung zurückgeführt.

Daß der Stoffwechsel in diesem Gewebe ein ganz besonderer sein kann, dafür sind dem Verf. die »Riesenkerne« ein Indicium, welche, nicht etwa durch Fusion der Nuclei entstanden, durch abnorm gesteigertes Wachstum erklärt werden. Und nun wurde eine simultan verlaufende Teilung dieser Kerne beobachtet, korrekt gesprochen: auch wieder nur erschlossen. Aber der Parallelismus zu den sonstigen simultan verlaufenden Mitosen gibt auch nach des Ref. Meinung dem Verf. das Recht, hier die Amitose als so gut wie sicher anzusehen, denn Kernverschmelzungen lassen diese Regelmäßigkeit vermissen. Zuweilen wurden auch noch »Karyomeren« gesehen, die übriggebliebenen Kern-

stücke, die bei der Teilung nicht mehr in einen der Tochterkerne einbezogen wurden. Schließlich degenerierten die Kerne immer, ohne nochmals in mitotische Teilung zu treten.

Im übrigen macht Verf. noch Angaben über den Befruchtungsvorgang und die Entwicklung des normalen Endosperms von Ranunculus acer. Ref. möchte hier der Verwunderung Ausdruck geben, daß auf die so ausführlichen Untersuchungen von H. Huß (1906) kein Bezug genommen ist, der die Antipoden-»Riesenzellen« bei Ranunculus schon viel eingehender als der Verf. geschildert hat. Auch was sonst über den »Fadenapparat« der Synergiden, über Kernverschmelzungen im Endosperm usw. gesagt ist, bedarf kaum einer besonderen Erwähnung. G. Tischler.

Coulter, J. M., Evolution of sex in plants.

The University of Chicago Press. 1914. 140 S. 46 Abbild. i. Text.

Die vorliegende Schrift gibt auf beschränktem Raume für einen weiteren Kreis naturwissenschaftlich Gebildeter eine Darstellung der Entwicklung der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzenreich. Ausgehend von den Prozessen der Zellteilung bei ein- und vielzelligen Pflanzen, sowie der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Sporen, schildert er in besonderen Kapiteln den Ursprung der Sexualität, die Entstehung der Gameten, die allmähliche Differenzierung der Sexualzellen und der Sexualorgane. Ein ausführliches Kapitel ist dem Generationswechsel der höheren Pflanzen und dem damit einhergehenden Wechsel zwischen geschlechtlicher Fortpflanzung durch Gameten und ungeschlechtlicher durch Sporen gewidmet. Weitere Kapitel beschäftigen sich mit der Differenzierung sexuell verschiedener Individuen, den Erscheinungen der Parthenogenesis, und im Schlußkapitel entwickelt Verf. eine Theorie der Sexualität.

Um den nicht botanisch vorgebildeten Leser nicht durch Anführung zahlreicher unbekannter Pflanzen zu ermüden, geht Verf. in seiner Darstellung von gut gewählten, möglichst einfachen Beispielen aus, die in der Regel ebenfalls durch ganz einfache, nur das wesentlich wiedergebende Zeichnungen illustriert sind. Ein Hauptgewicht legt er auf die Feststellung von Zusammenhängen zwischen den beschriebenen Entwicklungsvorgängen und äußeren Einflüssen, die sich auf das vegetive Leben wie auf die Fortpflanzungsverhältnisse der betreffenden Organismen geltend machen. Besonders hübsch sind in dieser Hinsicht die Ausführungen über die Unterschiede der geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung in ihrer Abhängigkeit von den Vegetationsbedingungen, die Heraushebung der Unterschiede zwischen mor-

phologischer und physiologischer Differenzierung der Gameten, die Darstellung der vermutlichen Ursachen und der Bedeutung der morphologischen Verschiedenheiten der Sexualzellen und Sexualorgane usw. Gewiß ist Verf. in seinem Bestreben, Zusammenhänge aufzudecken und zu konstruieren, hie und da etwas weit gegangen. Einzelne Deduktionen erscheinen für die angeführten Beispiele angängig, haben aber kaum allgemeine Gültigkeit, so z. B. die Angaben, daß die Zygoten bei Algen immer Dauersporen seien, daß nur bei den höchst entwickelten Pflanzen die Zygote neue Individuen, in den tieferen dagegen nur Sporen erzeuge und diese erst die eigentliche Reproduktion besorgten. Die Ausführungen über Parthenogenesis werden kaum alle Botaniker, die sich mit diesem Gebiete beschäftigen, befriedigen. Dies und einige andere kleine Ausstellungen verhindern aber nicht, daß auch der Botaniker das gut geschriebene und von einheitlicher Auffassung getragene Büchlein mit Interesse und mit Gewinn lesen wird. A. Ernst.

Sturtevant, A. H., The behavior of the chromosomes as studied through linkage.

Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererb.-Lehre. 1915. **13,** 234—287. 3 Fig.

Die Arbeit ist theoretischer Natur, und Verf. geht von seinen und Morgans experimentellen Erfahrungen an einem zoologischen Objekte (Drosophila) aus. Aber die Folgerungen, die daraus für die allgemeine Biologie erwachsen, sind so weittragend, daß eine eingehendere Analyse erforderlich ist. Kurz gesagt, behandelt Verf. das Problem, ob die einzelnen Chromosomen Träger von verschiedenen Mendelgenen sind und ob die Tatsache, daß für manche Organismen bereits mehr Gene als Chromosomen bekannt wurden, als Ausgangspunkt für weitere Forschung dienen kann.

Die experimentell ermittelten Befunde, welche mit dem Ausdruck »coupling« und »repulsion« erklärt werden, beweisen schon heute, daß gewisse Gen-Kombinationen seltener gelingen als andere. So würde (bei 2 Mendelpaaren) die Formel nAB. lAb. laB. nab, wobei n wesentlich größer als l anzunehmen ist, bedeuten, daß sich die »mittleren« Kombinationen im Gegensatz zu den »peripheren« nur selten einfinden.

Würden sie überhaupt nicht existieren, könnte man schließen, A und B sowie a und b lägen in einem und demselben Chromosom und wenn durchgehend die Chromosomen-Individualität aufrecht erhalten würde, könnten daher A und b oder a und B nie zusammenkommen. Nun finden sie sich indes ein, wenn auch, wie gesagt, selten. Die Hypothese glaubt, ein »crossing over« komme zustande, dadurch daß

die Chromosomen einzelne ihrer Teile gegenseitig austauschten, und dazu würde noch die weitere Voraussetzung treten, daß die materiellen »Träger« der Gene in einem Chromosom hintereinander linear, etwa in der Form von »Chromomeren« aufgereiht lägen. Im Jahre 1909 hat Janssens einen Modus beschrieben, wonach ein Austausch von Chromosomenteilen möglich erscheint: er würde in der Synapsis vorkommen, in der sowohl ein nahes Nebeneinanderliegen wie eine ein- bis mehrfache gegenseitige Umschlingung je zweier homologer Chromosomen beobachtet ist. Janssens bezeichnete diesen Mechanismus, der ein »crossing over« erklären könnte, mit dem Worte: »Chiasmatypie«.

Von vornherein sei bemerkt, daß diese Chiasmatypie durchaus noch nicht einwandfrei bewiesen ist, aber wenn sie es wäre, könnte sie in der Tat, wie Verf. es will, zur Erklärung verwandt werden.

Die weitere Frage würde nun die sein, ob es möglich ist, die einzelnen experimentell erkannten Gene so zu gruppieren, daß bewiesen werden kann, wie die einen eine stärkere Bindung untereinander zeigen als andere, und manche selbst eine absolute Unabhängigkeit von anderen Gruppen besitzen. Für Drosophila lassen sich nach Verf. bisher 3 derartige Gruppen, jede mit vielen Genen, sondern.

Ebenso, um nur die botanischen Beispiele zu zitieren, für

Lathyrus 2 Gruppen, eine mit 3 und eine mit 4 Paaren von Genen,

Pisum 1 Gruppe mit 2 Paar Genen und 2 andere zweifelhafte Gruppen,

Antirrhinum 1 Gruppe mit 3 Paar Genen,

Mathiola 1 Gruppe mit wahrscheinlich 4 Paar Genen und eine zweifelhafte Gruppe,

Melandryum ein geschlechtsbegrenztes Gen,

Senecio 1 Gruppe mit 2 Paar Genen.

Die Gene jeder »Gruppe« sollen nach des Verf.s Hypothese dann immer in je einem Chromosom lokalisiert sein.

Im genaueren wird für des Verf.s Beispiel (Drosophila) der Versuch gemacht, nicht nur die Lokalisation bestimmter Gene auf bestimmte Chromosomen durchzuführen, sondern auch in jedem Falle die Frage des 1- bis 3-fachen »crossing over« zu erweisen und die relative Entfernung der einzelnen Chromosomen-Abschnitte mit ihren verschiedenen Genen abzuschätzen. Verf. benutzt dazu die Menge der gefundenen »crossing over« und drückt sie in Prozenten aus. Eine »gametic ratio« von 3:1:1:3, (also $n = 3$, $1 = 1$) würde besagen, daß 25% Abweicher, 75% erwartete Kombinationen vorhanden sind. Aus dem Prozentsatz der crossing over wird dann auf die räumliche Entfernung der Substrate für die

getrennten Gene in einem Chromosom geschlossen. Das Nähere muß im Original nachgesehen werden. Man sieht, wie hypothetisch das meiste noch ist, man kann aber, vorausgesetzt, daß die morphologische Grundlage des Ganzen wirklich exakt erwiesen wird, des Verf.s Ausführungen in der Tat als Arbeitshypothese gut benutzen. Ref. hat kürzlich (in Progr. rei bot. **5**, 257/258) des Verf.s Ansichten schon kurz besprochen und auf ähnlich lautende Annahmen anderer Autoren dort hingewiesen. Jedenfalls werden die Versuche, Cytologie und experimentelle Erblichkeitsforschung zu verknüpfen, des Verf.s geistreiche Arbeit ernstlich zu berücksichtigen haben. G. Tischler.

Jeffrey, E. C., Spore conditions in Hibrids and the mutation Hypothesis of de Vries.

Bot. Gaz. 1914. 58, 322—336.

Auf Grund reichhaltigen Untersuchungsmaterials — der Verf. gibt als Belege die Reproduktionen von 24 Mikrophotographien — von Sporen resp. Pollen versucht er den Nachweis zu erbringen, daß eine mangelhafte Ausbildung desselben ein Kriterion ist für die hybride Natur der betreffenden Pflanze. Die Untersuchungen beginnen schon bei den Lebermoosen, gehen über zu den Lycopodiaceae und Equisetaceae, wobei rezente und fossile Formen berücksichtigt werden. Es folgen die Farne und Cycadales. Nur vereinzelt findet sich bei den Kryptogamen eine vollkommene Sterilität oder mangelhafte Ausbildung der Sporen. Erwähnt werden Sphagnumarten allgemein, Equisetum littorale (Hybride von arvense und limosum), E. variegatum var. Jesupi (wahrscheinlich E. variegatum × hiemale). Bei den Polypodiaceae sind die Hybriden zahlreicher, untersucht wurde Adiantum hybridum, das eine schlechte Ausbildung der Sporen aufwies.

Bei den Gymnospermen beobachtete der Verf. mangelhaft ausgebildeten Pollen bei einer Abiesart, deren Besprechung er für später verheißt. Dasselbe gilt für Gingko, bei dem er geflügelten Pollen ähnlich demjenigen von Pinus feststellen konnte. Er war aber gesund ausgebildet, ebenso bei den Gnetaceae (Welwitschia, Ephedra, Gnetum), wo die beiden ersten einen ähnlichen und von dem von Gnetum abweichenden Bau des Pollens zeigten.

Sehr viel häufiger findet sich eine teilweise Sterilität des Pollens bei den Monokotylen, wo vielfach die hybride Abstammung schon bekannt ist (Iris, Narcissus, Tulipa, Lachenalia Nelsoni). Der Verf. begegnet dem Einwand, daß die Sterilität ein Kunstprodukt ist, hervorgerufen durch die anormale Kultur der Pflanzen. Im Warmhaus kul-

tivierte Pflanzen reiner Abstammung hatten trotz der unnatürlichen Lebensweise gesunden Pollen (Gasteria, Agave).

Noch zahlreicher werden die Beispiele für schlechte Pollenausbildung bei den Dikotylen. Verf. greift hier nur einzelne Beispiele heraus und zwar Arten, bei denen eine starke Bastardbildung bekannt ist. Bei Sorbus hatte nur eine japanische Art (spez. ist nicht genannt) gutausgebildeten Pollen, während Sorbus aucuparia und zwei nordamerikanische Arten — americana und sambucifolia — vielfach verkümmerten, kurz gesagt Bastardpollen hatten. Ähnliche Verhältnisse sind zu beobachten in der Gattung Prunus, Rubus, bei vielen Gartenpflanzen, Fuchsien, Epilobium, wo hirsutum Bastardnatur verriet (im Gegensatz zu augustifolium). Besonders erwähnt sei noch Oenothera, wo Verf. aus der Beschaffenheit des Pollens auf die Bastardnatur von O. biennis und Lamarckiana, sowie von mehreren der Mutanten schließt. Eine Ausnahme ist jedoch O. grandiflora. Ähnlich wie bei Oenothera liegen die Verhältnisse bei den Rosaceae und der Verf. stellt daher drei Gruppen von Pflanzen auf: 1. anerkannt reine Linien, 2. anerkannte Bastarde, 3. Cryptohybriden, d. h. solche Pflanzen, die ihre Bastardnatur nur durch die mangelhafte Pollenausbildung verraten.

Der Verf. stellt seine Anschauungen bezüglich der Vererbungsfragen insofern klar, als er in der Hybridation wohl ein Mittel sieht, um eine Art mannigfaltiger zu gestalten, will darin aber nicht eine Erklärung für ihr Entstehen finden.

Die induktive Forschung muß uns nun erst lehren, wie weit eine Berechtigung vorliegt für die durch die Zusammenfassung des Materials interessanten Deduktionen. R. Stoppel.

Bartlett Harley Harris, Additional Evidence of Mutation in Oenothera.

Bot. Gaz. 1915. **59,** 81—123.

Wenn sich auch die Basis der Mutationstheorie allmählich erweitert, so bleibt doch die Gattung Oenothera immer noch die bevorzugte Pflanze für die diesbezüglichen Untersuchungen. In der vorliegenden Arbeit gesellt nun der Verf. der O. Lam. und O. biennies noch eine weitere Art hinzu, die sich durch das Auftreten von Mutanten unter ihren Nachkommen auszeichnet. Es ist O. patrincola, eine kleinblumige amerikanische Art mit Selbstbefruchtung, die der Verf. 1912 in Lexington, Ky. fand. In der Nähe des Originalfundortes war keine weitere Oenothera zu finden außer einer der O. pratincola wohl sehr nahestehenden Art, die der Verf. als O. numismatica bezeichnet. Der Verf. untersuchte die

Nachkommen von neun verschiedenen Pflanzen, denen er Samenproben entnommen, in der F_1- und teilweise auch in der F_2 -Generation. In sieben von diesen Stämmen traten unter den Nachkommen außer anderen nicht näher beschriebenen Mutationen eine bestimmte auf, die als O. pratincola mut. nummularia bezeichnet wird. Sie unterscheidet sich von der Stammpflanze durch die Form der Blätter, des Kelches und durch die Behaarung. — Während die übrigen untersuchten Mutationen alle selbst steril waren, brachte mut. nummularia bei Selbstbefruchtung etwas Samen. Jedoch war wenigstens 50% des Pollens unfruchtbar. Auffallend ist, daß nach Prozenten auf die Anzahl aller Pflanzen einer Abstammung berechnet, die Mutation um so häufiger auftrat, je ungünstiger die Bedingungen für die Keimung waren. Der Verf. sieht hierin eine Bestätigung der de Vriesschen Ansicht, daß die mutierten Samen widrigen Verhältnissen gegenüber eine größere Widerstandskraft haben. Ref. fällt hier merkwürdig auf, daß der Verf. das Auftreten der Mutation am Originalfundort gar nicht erwähnt. Es ist doch kaum anzunehmen, daß es dort allen Pflanzen so gut gegangen ist, daß mut. nummularia nicht emporkommen konnte. Es schwankte das zahlenmäßige Auftreten von mut. nummularia zu patrincola in den Kulturen der sieben Stämmen zwischen 1:89 und 1:438. Auf Grund dieser Zahlen scheint dem Verf. eine Erklärung für das Auftreten von der Mutation infolge von mendelscher Spaltung für ausgeschlossen. — Die Nachkommen der Mutation waren bei Abschluß der Arbeit noch im Jugendstadium. Nach Ansicht des Verf.s waren unter den 135 F_1-Pflanzen wohl Mutationen, die auch in früheren Aussaaten von patrincola aufgetreten waren, aber es kamen keine reine patrincola wieder zum Vorschein. Dagegen waren unter diesen weiteren Mutationen Formen, die sich noch mehr von patrincola entfernten.

Die Pflanzen, die aus einer weiteren Originalsaatprobe aufgezogen wurden, waren O. nummismatica. Versuche zeigten, daß die beschriebene Mutation keine Hybride von O. patrincola und nummismatica ist.

R. Stoppel.

de Vries, H., The probable Origin of Oenothera Lamarckiana Ser.

Bot. Gaz. 1914. **57**, 345—361, 2 Taf.

Den verschiedenen Versuchen von Davis, die homozygote Natur von Oenothera Lamarckiana in Frage zu ziehen durch historische Nachforschungen und experimentelle Nachweise begegnet der Verf. in den vorliegenden Ausführungen. Den Versuchen spricht er die Beweiskraft ab, da

Davis als eine Komponente zur Neubildung von O. Lam. die O. biennis gewählt hatte; diese Pflanze erzeugt aber schon selbst Mutationen. — Ferner hält der Verf. die Kritik von Davis an der Arbeit von Stomps über die Mutabilität von O. biennis für unberechtigt, da Davis dabei die von Stomps verwendete O. biennis cruciata mit O. cruciata Nutt. verwechselte. Somit liegen bei Stomps nicht Kreuzungen verschiedener Arten, sondern nahestehender Varietäten derselben Art vor. — Wie sich der Verf. am Originalstandort selbst überzeugte, ist die von Davis für seine Bastardierungsversuche gewählte O. grandiflora keine reine Form, sondern stark gekreuzt mit O. Tracyi. — Der von Davis vertretenen Anschauung, daß O. Lam. eine Kulturform ist, tritt der Verf. durch historische Beweise entgegen. Er beschreibt drei Exemplare von O. Lam. Ser.: 1. aus dem Herbarium von Lamarck, 2. von Pourret (Muséum d'Histoire naturelle Paris), gesammelt vor 1847 von Pater Pourret, und 3. von Michaux (Herb. Mus. Paris, Herbier de l'Amérique septentrionale) vor 1802. — Durch Letzteren oder wenigstens wahrscheinlich zu dessen Zeit ist die Pflanze nach Europa gebracht, dort zunächst kultiviert, dann verwildert. Die von Davis abgebildete O. Lam. aus dem Herbarium von Lamarck ist ein zweites Exemplar, an dessen Provenienz und Identität mit O. Lam. Ser. große Zweifel bestehen. R. Stoppel.

Herrig, F., Beiträge zur Kenntnis der Blattentwicklung einiger phanerogamer Pflanzen.

Flora, N. F. 1914. **7,** 327—350.

Untersucht wurden Elodea canadensis und E. densa, Hippuris vulgaris, Galium rubioides und Honckenia peploides. In allen Fällen war am Vegetationsscheitel Trennung der drei Schichten Dermatogen, Periblem und Plerom deutlich, die jede ihre eigenen Initialen besitzen; ebenso stimmten die Pflanzen darin überein, daß zur Blattbildung außer dem Dermatogen mehr oder mindere Periblemlagen benutzt werden, während zur Anlage von Seitensprossen auch das Plerom mitwirken muß.

Da die Arbeit mit besonderer Rücksicht auf die Periklinalchimärentheorie Baurs ausgeführt ward, wird die Möglichkeit diese Anschauung auf die untersuchten in Einzelheiten etwas verschiedenen Vegetationsscheitel anzuwenden, erörtert. Bei der Beteiligung mehrerer Periblemschichten am Blattaufbau, wie bei Honckenia, würden weißrandige Periklinalchimären entstehen, wenn die äußere, dagegen weiße mit grünem Rand, wenn die innere Periblemlage farblose Chromatophoren besitzt. Ist aber nur eine Periblemschicht am Blatte beteiligt, wie bei Galium,

so ist entweder die Bildung entsprechender Periklinalchimären ausgeschlossen oder es müßte eine Differenzierung bei der späteren Zerlegung dieser einen Ausgangslage in mehrere eintreten. — Sectorialchimären dagegen sind auch bei Galium möglich, da es hierfür lediglich nötig ist, daß die bei der Blattbildung beteiligten Gewebearten je mehrere Initialen besitzen. G. Karsten.

Bremekamp, C. E. B., Der dorsiventrale Bau des Grashalmes nebst Bemerkungen über die morphologische Natur seines Vorblattes.

Rec. trav. bot. Néerl. 1915. **12**, 31—43.

Verf. stellt eine Theorie auf, nach der das zweikielige Vorblatt der Gräser morphologisch mit zwei Vorblättern gleichwertig ist.

Zu dieser Theorie führen ihn folgende Verhältnisse: Bei Gräsern mit nicht geschlossener Blattscheide greifen die Ränder der Scheide so übereinander, daß bei den aufeinanderfolgenden Blättern abwechselnd der rechte Scheidensaum den linken und der linke den rechten umfaßt. Auch bei dem zweikieligen Vorblatt greift der eine Blattrand über den anderen. Verfolgt man die Deckungsverhältnisse der Blattsäume vom Tragblatt über das Vorblatt zu den Laubblättern des Achselsprosses, dann findet man nicht mehr regelmäßige Abwechslung, wie bei den Laubblättern eines Sprosses, sondern entweder nacheinander als überdeckenden Saum beim:

Tragblatt	Vorblatt	1. Blatt	2. Blatt	3. Blatt	usw.
den rechten,	den rechten,	den linken,	den rechten,	den linken,	

oder die umgekehrte Deckungsfolge.

Diese Unregelmäßigkeit fällt weg, wenn man sich das zweikielige Vorblatt durch Vereinigung von zwei Vorblättern entstanden denkt. Derjenige Vorblattsaum, welcher den anderen überdeckt, gehört dann zum theoretisch ersten, der überdeckte Saum zum theoretisch zweiten Vorblatt. Das theoretisch erste Vorblatt würde mit dem 1., 3. usw. Laubblatt, das theoretisch zweite Vorblatt mit dem 2., 4. usw. Laubblatt des Achselsprosses morphologisch übereinstimmen. Die Überdeckung der Blattsäume würde dann vom Tragblatt über die Vorblätter zu den Blättern des Achselsprosses regelmäßig rechts, links, rechts, links usw. abwechseln. Auch in komplizierteren Fällen, wie bei Zea Mays, Nardus usw. läßt sich dieser ansprechende Erklärungsversuch leicht durchführen.

In einigen Bemerkungen über die Dorsiventralität der Infloreszenzen wird dargelegt, daß diese oft durch die starke Entwicklung der ersten Zweige jeder Ordnung und durch das Zurücktreten der folgenden bedingt wird. Hannig.

Johnson, D. S., Studies of the development of the Piperaceae. II. The structure and seed development of Peperomia hispidula.

Am. Journ. of. Bot. 1914. **1,** 323—339. 3 Taf. und 357—397. 3 Taf.

Die embryologischen Untersuchungen an Peperomia sind immer noch nicht zu einem definitiven Abschluß gekommen. Nach den ersten, viel diskutierten Mitteilungen von Campbell (1899) und Johnson (1900) über Peperomia pellucida sind die Untersuchungen durch die genannten Forscher, ferner durch Brown und Fisher auf insgesamt zwölf Arten der Gattung ausgedehnt und dabei die auffallenden Befunde bei P. pellucida mit einigen Variationen bestätigt worden. Wie es den Anschein hat, sollen nun die bisher erzielten Ergebnisse noch weiter durch eingehende monographische Bearbeitungen einzelner Arten überprüft und sichergestellt werden.

In der vorliegenden, sorgfältig ausgeführten und mit reichlichen Figuren belegten Studie von Johnson werden zunächst Habitus und vegetativer Aufbau von Peperomia hispidula A. Dietr., hernach die Entwicklung von Ähre und Blüte, der Staubblätter, Pollenkörner, der Karpelle, Samenanlagen und Samen besprochen. Den besonders eingehenden Ausführungen über Archespor-, Embryosack-, Endosperm- und Embryobildung schließt sich noch ein Kapitel über die Keimung sowie eine allgemeine Besprechung der Resultate an.

In bezug auf den vegetativen Aufbau der Pflanze sei auf die Arbeit selbst verwiesen. Aus den übrigen Kapiteln dagegen seien einige Angaben über die Entwicklung der Sexualorgane besonders aufgeführt.

Bei der Besprechung der Antherenentwicklung macht Verf. darauf aufmerksam, daß in den Antheren aller bis jetzt studierten Peperomiaarten im Gegensatz zu den übrigen Piperaceen und der großen Mehrzahl der Angiospermen nur zwei Pollensäcke angelegt werden und keine Andeutung dafür vorhanden ist, in welcher Weise sich die reduzierten Staubblätter dieser Gattung von den vier Säcke führenden Stamina der anderen Piperaceen ableiten. Der Verlust aller Spuren einer vier Säcke führenden Phase der Staubblattbildung, welche offenbar in der Phylogenie der Gattung einmal zurückgelegt worden sein muß, erscheint dem Verf. besonders wichtig bei der Beurteilung der Tatsache, daß auch in der Ontogenie des Embryosackes keine Spur für die Beantwortung der Frage nach dem phylogenetischen Ursprung der in dieser Gattung auftretenden Besonderheiten der Embryosackentwicklung gefunden werden kann.

Diese bestehen bei Peperomia hispidula, wie in Bestätigung

der früheren Mitteilungen nochmals ausführlich beschrieben wird, in der Hauptsache darin, daß die Archesporzelle der jungen Samenanlage unter Ausfall der Tetradenteilung sofort zur Embryosackzelle wird, in welcher dann, in Abweichung vom gewöhnlichen Verhalten der Angiospermen, durch vier aufeinanderfolgende Teilungsschritte 16 Kerne erzeugt werden. Verf. stellt nochmals sicher, daß die beiden ersten Kernteilungsschritte in ihrem Verlauf und der nachfolgenden Lagerung der entstehenden Kerne den beiden sonst mit der Tetradenteilung einhergehenden Reduktionsteilungen entsprechen. Er legt mit Coulter und Brown Wert darauf, daß diese vier Kerne als Megasporenkerne anfänglich auch sehr häufig durch zarte, vergängliche Membranen getrennt seien, das Plasma des Embryosackes also gewissermaßen auch in vier Tetradenzellen zerlegt sei. Diese Trennung ist aber nur eine vorübergehende und schon vor der nächsten Teilung vereinigen sich die vier Protoplasten wieder zu einem einzigen. Während des dritten Teilungsschrittes nimmt der ursprünglich fast kugelige Embryosack bedeutend an Größe zu. Wird ausgesprochen bipolar, wobei im nachfolgenden achtkernigen Stadium das Mikropylarende zwei, im sechzehnkernigen Stadium vier Kerne enthält. Alle übrigen Kerne dieser Stadien liegen zunächst in Zweier- nach dem letzten Teilungsschritt in Vierergruppen ungefähr in der Mitte des Embryosackes. Die frühere Mitteilung, daß bei dieser Peperomiaart, im Gegensatz zu den anderen, nur um zwei Kerne Zellen entstehen, also nur eine Eizelle und eine Synergide gebildet werden, wird bestätigt und ebenso, daß die beiden übrigen Kerne der mikropylaren Vierergruppe in der Folge den zwölf Kernen der Embryosackmitte entgegenwandern und während der Befruchtung mit denselben zu dem großen primären Endospermkern verschmelzen.

Die eingehende Diskussion der Untersuchungsergebnisse und der Literatur bewegt sich, wie bei Fisher (1914), wiederum in den von Coulter (1908) und Brown (1908) vorgezeichneten Bahnen. Um seinerseits Wiederholungen zu vermeiden verweist Ref. auf die früheren Referate (1909, **I**, 212—213 und 434) dieser Zeitschrift.

A. Ernst.

Kuijper, J., Die Entwicklung des weiblichen Geschlechtsapparates bei Theobroma Cacao.

Rec. d. Trav. bot. Néerlandais. 1914. **11**, 37—43.

Als Grundlage für das Studium der Biologie und Bestäubung bei den in Holländisch-Guyana kultivierten Kakao-Sorten schien es Verf. erwünscht, vorerst die Entwicklung des weiblichen Geschlechtsapparates festzustellen. Seine Untersuchungen haben ergeben, daß bei den unter-

suchten Sorten keine wesentlichen Unterschiede in der Samenknospenentwicklung vorkommen und diese selbst ziemlich normal verläuft.

Die Samenanlagen von Theobroma Cacao sind anatrop, haben zwei Integumente; das aus ein oder zwei Zellen bestehende Archespor liegt hypodermal. Die Reduktionsteilung der Embryosack-Mutterzellen wurde in einer größeren Anzahl Samenanlagen von Fruchtknoten gefunden. Die haploide Chromosomenzahl wurde zu acht festgestellt; zur Kontrolle wurde die diploide Zahl an Schnitten durch Wurzelspitzen untersucht und zu 16 gefunden. Die Tetradenteilung ist in der Regel eine vollständige, die unterste Tetradenzelle entwickelt sich zum normalen achtkernigen Embryosacke, dessen Antipoden allerdings schon zu einer Zeit degenerieren, da die Verschmelzung der Polkerne erst eingeleitet wird.

Die Befruchtungsvorgänge konnten noch nicht eingehend genug studiert werden. Das Eindringen eines Pollenschlauches in den Embryosack ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden und an Stelle des Eikernes wurde in Embryosäcken dieses Stadiums häufig eine degenerierte Masse gefunden. Verf. glaubt, daß in Embryosäcken mit ausbleibender Befruchtung eine vorläufige Endospermbildung eintrete und schließt daraus und aus einer beträchtlichen Vergrößerung des Nucellus auf die Möglichkeit parthenokarper Entwicklung. Da an reichlich blühenden Bäumen nicht nur eine große Anzahl von Blüten, sondern später auch ein Teil der angeschwollenen Fruchtknoten und jungen Früchte abfällt, erscheint es Verf. wahrscheinlich, daß dies die unbefruchtet gebliebenen Exemplare sein werden. Eine Klärung dieser noch fraglichen Punkte muß von weiteren Arbeiten erwartet werden, die wohl, da auch F. C. v. Faber in Buitenzorg solche schon vor einigen Jahren in Aussicht gestellt hat, nicht lange auf sich warten lassen werden.

A. Ernst.

Michell, R. M., The embryo sac and embryo of Striga lutea.

Bot. Gaz. 1915. **49,** 124—135. 2 Taf.

Vertreter der Scrophulariaceae, im besonderen der Unterfamilie der Rhinanthoideae sind schon ziemlich zahlreich, im besonderen durch Balicka-Iwanowska (1899) und Schmid (1906) embryologisch-cytologisch bearbeitet worden. So ist es verständlich, daß die Ergebnisse der monographischen Untersuchung der südafrikanischen, halbparasitischen Striga lutea in allen Hauptzügen der Entwicklung sich den bereits bekannten Typen der Familie anschließen.

Hinsichtlich der früher vielfach angenommenen Beziehungen zwischen Parasitismus und Reduktionen im Verlauf der sexuellen Fortpflanzung sei doch darauf hingewiesen, daß auch bei diesem Halbparasiten, wie bei den anderen halbparasitischen Scrophulariaceae Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle, Entwicklung des achtkernigen Embryosackes und seiner Zellen, sowie der Vorgang der Doppelbefruchtung sich völlig normal abspielen.

Im Verlauf der Endosperm- und Haustoriumbildung schließt sich Striga dem von Schmid u. a. für Linaria festgestellten Verhalten an. Der Embryosack wird bei Beginn der Endospermbildung durch eine erste Querteilung in eine obere Zelle geteilt, welche das Endosperm und aus dessen oberster Zelle das Mikropylarhaustorium liefert, während die untere Zelle ganz zum zweikernigen Chalazahaustorium wird, das infolge starken Wachstums schlauchartig in die Integumente vordringt.

Der Proembryo von Striga weist einen langen, drei bis vierzelligen Suspensor auf, dessen Basalzelle knollige Haustorien bildet. Im übrigen ist der Embryo des reifen Samens nach dem gewöhnlichen Dikotyledonentypus gebaut und von einer dickwandigen Endospermzellage umhüllt. A. Ernst.

Palm, Bj., Über die Embryosackentwicklung einiger Kompositen.

Svensk Botanisk Tidskrift. 1914. 8, 447—453.

Verf. hat durch frühere Untersuchungen nachgewiesen, daß bei Solidago die mikropylenwärts gelegene Tetradenzelle der Regel nach den Embryosack bildet, während die übrigen Tetradenzellen, wie bei Aster, persistieren können und dann ebenfalls Kern- und Zellteilungen erfahren. Er hat seither eine ganze Anzahl weiterer Kompositen in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen und dabei speziell auch solche ältere Literaturangaben nachgeprüft, die Unregelmäßigkeiten der Megasporenentwicklung und Keimung vermuten ließen. Dabei hat sich ergeben, daß mehrzellige Archespore, Entwicklung von mehr als einer Tetradenzelle, abnormale Ausgestaltung der Antipodengruppe usw. innerhalb der Kompositen recht weit verbreitete Erscheinungen sind. Von besonderem Interesse aber sind die Angaben, die in dieser vorläufigen Mitteilung über die Embryologie von Tanacetum vulgare und Pyrethrum partheniifolium v. aureum gemacht werden.

Bei Tanacetum vulgare folgen den beiden ersten Kernteilungen der Embryosackmutterzelle in der Regel keine Zellteilungen nach.

Zwischen den vier in einer Reihe geordneten Kernen setzt dagegen später Vakuolenbildung ein, wobei die oberste, mikropylenwärts gelegene Vakuole den größten Umfang erreicht. Gleichzeitig erfahren die beiden obersten Kerne eine beträchtliche Volumenzunahme und teilen sich, während die beiden unteren Kerne noch ungeteilt bleiben. Die beiden entstandenen Kernpaare stellen nach der Auffassung des Verfassers den Tanacetum-Embryosack in dessen Vierkernstadium dar. Nachdem die ganze Zelle und in dieser besonders die Vakuole zwischen den beiden Kernpaaren, sowie diejenige zwischen dem vierkernigen Embryosack und den beiden ungeteilten chalazalen Megasporenkernen sich vergrößert hat, findet eine neue, simultane Teilung sämtlicher Kerne statt. Erst dieser Teilung folgt gewöhnlich die Bildung von Zellwänden nach. Es entsteht dabei ein durchaus normaler Eiapparat, sowie die Antipodenzellgruppe. Unter dem nun wohl abgegrenzten Embryosacke finden sich vier, von den Antipoden durch weniger homogenes und lichteres Plasma unterscheidbare Zellen, die Derivate der zwei chalazalen Megasporen. Verf. betrachtet diese Zellgruppe nach Lage und Funktion als akzessorischen physiologischen Antipodenapparat.

Pyrethrum partheniifolium v. aureum stimmt in den beiden ersten Teilungsschritten der Embryosackmutterzelle völlig mit Tanacetum vulgare überein. Nur findet man trotz äußerst schmaler Embryosackmutterzelle Andeutungen einer kreuzweisen Anordnung der vier Kerne. Die Vakuolenbildung zwischen denselben setzt erst ein, nachdem die Zelle sich auf etwa dreifache Länge vergrößert hat. Jeder Kern liegt dann in einer winzigen Plasmamasse, die alle durch parietale Plasmastränge untereinander in Verbindung stehen. Durch die dritte simultane Teilung bekommt jede Plasmaansammlung ein Kernpaar; ein vierter Teilungsschritt schafft 16 Kerne. Im sechszehnkernigen Embryosack entstehen bei der nachfolgenden Membranbildung am Scheitel ein typischer Eiapparat mit oberem Polkern (aus der obersten Megaspore), ein unterer Polkern und drei Antipoden (aus der zweitobersten Megaspore), vier weitere Zellen, die Verf. als Antipodenzellen auffaßt, aus der zweituntersten Megaspore und schließlich eine vierkernige Antipodenzelle, die ihre Bildung der chalazalen Tetradenzelle verdankt. Da die eben beschriebene Organisation fast immer wiederkehrt, glaubt Verf. sich berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß wirklich ein sechzehnkerniger Embryosack vorliegt, dessen definitive Ausbildung durch die reihenförmige Lagerung der Megasporen bedingt werde. Er macht aber auch auf eine andere Deutung der Verhältnisse aufmerksam. Sie geht dahin, daß der In-

halt der durch Wachstum und Teilung aus der Embryosackmutterzelle hervorgegangenen großen Zelle als ein achtkerniger Embryosack nach dem Tanacetumtypus gedeutet werden kann, an dessen Bildung nur die beiden oberen Megasporenkerne Anteil genommen haben, während die beiden unteren Megasporen je ein Vierkern- resp. Zellstadium an der Basis des achtkernigen Embryosackes erreicht hätten. Diese letztere Auffassung ist nach Ansicht des Ref. die viel plausiblere und es ist zu hoffen, daß die in Aussicht gestellte ausführliche Publikation des Verf. weitere wesentliche Momente zur Lösung der Frage nach den Beziehungen zwischen Tetradenteilung und Embryosackentwicklung und damit der Phylogenie des Embryosackes der Angiospermen bringen wird. A. Ernst.

Hance, R. T., Pollen development and degeneration in Zebrina pendula, with special reference to the chromosomes.

Bull. Torrey Botan. Club. 1915. **42**, 63—70. pl. 3—5.

Verf. legte sich die Frage vor, ob in der Entwicklung des Pollens bei der im Titel genannten Pflanze irgendwelche morphologischen Momente zu benutzen wären, welche die fast völlige Sterilität zu erklären vermöchten. Das war nun nicht der Fall, wenn man nicht event. eine nicht so weit als gewöhnlich erfolgende Näherung der homologen Chromosomen in der Diakinese als Indicium für die Bastardnatur der Spezies verwerten will. Ref. urteilt indes auch über diesen Befund skeptisch, so lange noch nirgends mit absoluter Sicherheit bekannt ist, ob eine tatsächliche Chromosomenfusion sich vorfindet.

Im übrigen beobachtete Verf. typische Parasyndese und einen im großen und ganzen normalen Verlauf der beiden allotypen Mitosen. Die Chromosomen waren, wie besonders die klaren Zeichnungen erweisen, recht ungleicher Größe. Ihre Haploidzahl schien merkwürdigerweise zwischen 12 und 15 zu schwanken, also nicht konstant zu sein. In Rücksicht auf ähnliche Funde von Farmer und Miss Shove bei Tradescantia virginica (1905) sowie Nawaschins Angaben der Chromosomendiminution bei dieser Pflanze (die Verf. aber nicht erwähnt) verdient diese Frage noch eine genauere Prüfung. — Die Pollenkörner vermochten noch lebhaft zu wachsen, auch die Trennung in generativen und vegetativen Kern vorzunehmen, zeigten dann aber Schrumpfungserscheinungen und starben schließlich ab.

In der »Diskussion«, die Verf. seinen Ausführungen folgen läßt, ist das ganze zur Debatte stehende Problem nach Meinung des Ref. höchst

ungenügend und ohne entsprechende Berücksichtigung der vorliegenden Literatur behandelt worden. Auch die Aphorismen zu den Fragen nach dem Verlauf der Mitosen wie den Unterschieden zwischen somatischen und meiotischen hätten gut fehlen können, wenn Verf. nicht eine eingehendere Untersuchung vorzunehmen beabsichtigte. G. Tischler.

Atwood, W. M., A physiological study of the germination of Avena fatua. Contributions from the Hull Botanical Laboratory 185.

Bot. Gaz. 1914. **57,** 386—414.

Avena fatua gehört zu denjenigen Samen, die eine auffallende Steigerung der Keimprozente mit der Nachreife zeigen. Im Dezember ergab ein Versuch 0,5 %, im folgenden Juni das gleiche Saatgut 60 % Keimungen. Die Körner wurden in Petrischalen auf feuchter Baumwolle in einem Brutkasten bei ca. 20° zum Keimen gebracht. — Außer dem Einfluß der Jahreszeit konnte der Verf. eine erhebliche Steigerung der Keimung erzielen durch Entspelzen oder Verwunden (durch heiße Nadeln) der Früchte. Die positiven Resultate stiegen unter diesen Bedingungen von 48 % (bzw. 35 %) im Dezember auf 90 % (bzw. 84 %) im April (bzw. März). Die Verwundung begünstigte die Keimung selbst wenn sie so weit ging, daß es sich um ein vollständiges Herauspräparieren des Keimlings handelte. Der Verf. hatte alsdann 87 % Keimungen gegenüber von 35 (48) bei den Kontrollen. Ref. muß annehmen, daß es sich bei Letzteren auch schon um entspelzte Früchte handelte.

Der Verf. untersucht nun verschiedene Faktoren, die dem auffallenden Verhalten der Samen von Avena fatua bei der Keimung zugrunde liegen können.

Die Wasseraufnahme von Avena fatua ist bei der Keimung nicht wesentlich verschieden von derjenigen anderer Gramineen, aber viel langsamer als bei Xanthium. Jedenfalls ist hierin nicht der springende Punkt für das Verhalten von Avena fatua zu sehen. In Kurve 1 ist die Wasseraufnahme in destilliertem Wasser und in einfach mol. NaCl-Lösung dargestellt. Diese Kurve scheint nach Ansicht des Ref. einen Druckfehler zu enthalten, es wird daher nicht weiter auf dieselbe eingegangen.

Der Verf. geht weiter von dem Gedanken aus, daß der Prozeß des Nachreifens bestehen könnte in einer zunehmenden Fähigkeit für intramolekulare Atmung. Die Versuche bestätigten diese Annahme nicht, brachten aber die interessanten Resultate, daß unverletzte Samen einen

Atmungskoeffizienten von 0,800 hatten, Samen, die durch eine heiße Nadel verletzt waren, von 0,649 und Samen unter einer 93 % O_2-Spannung von 0,557. Diese Resultate deuten darauf hin, daß die Samenschale hinderlich ist für die O-Aufnahme. Für die Berechtigung dieser Annahme spricht, daß verletzte Samen in einer stark verminderten O-Spannung (4 %) wesentlich besser keimen als intakte Samen. Der Unterschied wird geringer mit dem Fortschreiten der Nachreife, da die Keimfähigkeit der intakten Samen mit der Jahreszeit zunimmt, diejenige der verletzten bei geringer O_2-Spannung aber stark abnimmt, wie ein Vergleich von Kurve 3 und 4 lehrt. Danach keimten bei 4 % O_2 im Dezember ca. 79 %, verletzte Samen im Mai ungefähr 12 %. — Gegenüber der Keimfähigkeit von Avena sativa bei verminderter O_2-Spannung ist diejenige von A. fatua sehr viel geringer sowohl bei verletzten, als auch bei intakten Samen. — Wird die O_2-Spannung über das normale Maß gesteigert (20 bis 93 %) so nimmt die Keimfähigkeit der intakten A. fatua mit dem Fortschreiten der Nachreife zu.

Aus diesen Resultaten folgert der Verf., daß mit dem Grad der Nachreife eine Abnahme im O-Bedürfnis, oder eine Erleichterung der O-Aufnahme Hand in Hand geht. Es wurde daher die O-Aufnahme untersucht (d. h. die CO_2-Abscheidung), und es stellte sich heraus, daß die O-Absorption bei verwundeten Samen stärker ist, als bei intakten und erheblich wächst mit der O_2-Konzentration. Dabei steigt sie bei unverletzten Samen mit der Jahreszeit am meisten, bei verwundeten wenig, bei intakten in hoher O_2-Spannung bleibt sie fast die gleiche, denn hier gibt schon frisches Saatgut relative hohe Keimprozente. — Im Vergleich zu Avena sativa ist die O-Absorption bei A. fatua geringer. Sie wächst mit steigender Temperatur (16,2° bis 26,2°). Für diese Erscheinung läßt der Verf. die Erklärung offen.

Wenn nun aus den angeführten Resultaten auch hervorzugehen scheint, daß die Steigerung der Keimfähigkeit zusammenfällt mit erhöhter O-Aufnahme durch den Keimling, so kann daraus noch nicht der Schluß gezogen werden, daß der Prozeß der Nachreife in einer vermehrten Befähigung der O-Absorption besteht.

Der Verfasser stellt daher noch Untersuchungen über den Säuregehalt des Keimlings an, derart, daß die Embryonen herauspräpariert und mit n/20 Alkali titriert wurden. Der Säuregehalt wächst danach mit dem zunehmenden Wassergehalt und ist bei frisch geernteten Samen geringer, als bei 1 Jahr altem Saatgut, bei A. fatua kleiner als bei A. sativa.

Allgemein führen den Verf. seine Versuchsergebnisse zu dem Schluß,

daß bei frischem Saatgut die Keimfähigkeit beschränkt wird durch die bedingte O-Zufuhr. Verf. glaubt diese Bedingtheit in der Beschaffenheit der Fruchtschale suchen zu müssen, die sich während des Vorganges der Nachreife verändert.

Was nun den wissenschaftlichen Wert der recht interessanten Resultate anbelangt, so muß Ref. auf einen großen Mangel der Arbeit hinweisen. Es sind keine Versuchsprotokolle wiedergegeben, sondern nur neben zwölf Kurven einige zusammenfassende Tabellen, wodurch die Arbeit einen stark subjektiven Charakter erhält. Dann ist aus den Angaben nur sehr wenig über die genaue Versuchsanstellung zu ersehen, was aber bei den Erfahrungen von Gaßner über Keimungsphysiologie von großer Bedeutung ist. Es können z. B. diejenigen Versuche, bei denen die Körner vorher im Eisschrank gestanden haben, nicht zum Vergleich herbeigezogen werden mit solchen, die stets in gleicher Temperatur gehalten wurden. — Ferner scheint dem Ref. der von dem Verf. aus den Keimversuchen gezogene Schluß nicht der einzig mögliche zu sein, auch ist er nicht überall in Einklang zu bringen mit den folgenden Versuchen über O-Absorption. Es kann auf alle Einzelheiten nicht eingegangen werden, soll hiermit bloß zu einer Vorsicht bei Verwertung der Schlüsse gemahnt werden. Trotzdem bleiben die Versuchsresultate sehr interessant und können anregend wirken zu weiteren Arbeiten in der angebahnten Richtung.

R. Stoppel.

Hutchinson, A. H., On the male gametophyte of Picea canadensis.

Bot. Gaz. 1915. **49,** 287—300. 5 Taf.

Bei Picea excelsa sind von Strasburger, Miyake und Pollock in den Pollenkörnern stäubender Antheren zwei in Auflösung begriffene Prothalliumzellen, Stiel- und Körperzelle eines zweizelligen Antheridiums und der Pollenschlauchkern festgestellt worden. Verf. hat nun in eingehender Weise die ersten Entwicklungsstadien des männlichen Gametophyten von Picea canadensis verfolgt und dabei eine ganze Anzahl Abweichungen von dem für Picea excelsa angegebenen Entwicklungsgang festgestellt. Die Vergleichung dieser Abweichungen führt ihn zur Aufstellung von fünf verschiedenen Entwicklungstypen, von denen der erste, jedenfalls der Haupttypus, in der Hauptsache an die für Picea excelsa angegebenen Verhältnisse anschließt. Der zweite Typus zeigt eine Verkürzung des Entwicklungsganges, indem er nur eine degenerierende Zelle, der dritte sogar keine solche, sondern nur

Stiel- und Körperzelle aufweist. Für einen vierten Typus wird die Entstehung von zwei Antheridialzellen angegeben, während beim fünften Typus die primäre Pollenkornzelle zunächst in zwei gleiche Schwesterzellen geteilt wird, von denen jede eine Antheridialgruppe erzeugt, so daß also die sich nach diesem Typus entwickelnden Pollenkörner zu biantheridialen Gametophyten werden.

Die Feststellung dieser verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten bei derselben Pflanze führt den Verf. zu einer anderen Deutung der ersten drei Teilungsschritte im Pollenkorn der Gymnospermen. Er nimmt an, daß durch dieselben von der primären Pollenkornzelle 1 bis 3 potentielle Antheridialzellen abgeteilt werden, von denen sich aber in der Regel nur eine in spermatogene Zelle und sterile Stielzelle teilt, während die anderen, bisher als Prothalliumzellen aufgefaßten, vergänglich bleiben oder sogar nicht mehr angelegt werden.

A. Ernst.

Burlingame Lancelot, The morphology of Araucaria brasilienses. II. The ovulate cone and female gametophyte
Bot. gaz. 1914. **57,** 490—508. pls. 3. figs. 2.

—, III. Fertilization, the embryo and the seed.
Bot. gaz. 1915. **59,** 1—38. 3 Taf.

Die beiden Arbeiten bilden die Fortsetzung des in dieser Zeitschrift **5,** 788, besprochenen ersten Teiles, der die Entwicklung des männlichen Zapfens und seiner Sexualorgane brachte. Die erstgenannte Arbeit berichtet nun über die Resultate der Beobachtung am weiblichen Zapfen und über die Entwicklung des weiblichen Gametophyten. Die weiblichen Zapfen sitzen am Ende eines kurzen Sprosses, deren drei bis fünf in einen Wirtel vereinigt sein können. Erst beim Schwellen der Samenanlagen lassen sich die fertilen Knospen von den vegetativen unterscheiden. Wenn die aus der Knospe entwickelten Zapfen etwa die Größe einer Walnuß erreicht haben, erfolgt die Bestäubung. Die den Zapfen zusammensetzenden Sporophylle, die im oberen Teil den vegetativen Blättern gleichen, lassen an ihrer Basis die Nucellusanlage, das als Ringwall auftretende Integument und die Ligula (Fruchtschuppe), in dieser Reihenfolge hervorwachsen. — Der Nucellus erhält eine erhebliche Länge, abgesehen von oberflächlichen isodiametrischen Zellen, besteht er aus in Längsreihen geordneten, in Richtung seiner Längsachse gestreckten Zellen. Dort wo diese regelmäßige Anordnung aufhört, ziemlich nahe der Basis, tritt das Archespor auf, in dem alsbald die Embryosack-Mutterzelle sichtbar wird. Nach erheblicher

Vergrößerung unter Verdrängung des benachbarten Gewebes tritt die Reduktionsteilung ein, von der nur das Synapsisstadium beobachtet werden konnte. Da, sei es infolge des ungeeigneten Klimas in Kalifornien oder aus anderen Gründen, nur 5% der Samenanlagen sich weiter entwickeln, so ist das Material gerade dieser Stadien lückenhaft geblieben. Es scheint aber sehr bald nur eine der Tetradenzellen als Embryosack übrig zu bleiben, der sich nun andauernd vergrößert und schließlich ohne Zellbildung ca. 2000 freie Kerne in dicker wandständiger Plasmaschicht aufweist. Kernteilung konnte niemals beobachtet werden; Verf. macht darauf aufmerksam, daß das gleiche bereits von Saxton für Actinostrobus erwähnt sei und äußert die Vermutung, daß Teilungen vielleicht auf die Nachtzeit beschränkt seien[1]. Endlich beginnt die Zellbildung am Scheitel, schreitet am Rande fort und geht dann zentripetal bis zur Mitte und völliger Ausfüllung des Embryosackes mit Prothalliumgewebe. Äußere Zellen bleiben einkernig, im Innern treten mehrkernige Zellen vielfach auf. Die Archegonien sind einzeln oder in Gruppen vereint am Scheitel und überhaupt randständig vorhanden, ihr Hals besteht aus einer Lage von meist zwölf Zellen. Sie werden durch stärkeres Wachstum benachbarter Zellen oft überwachsen. Verf. hat zwar die Abgabe einer Bauchkanalzelle beobachtet, ist aber im Zweifel, ob sie regelmäßig oder nur bei unbefruchtet gebliebenen Archegonien eintritt. Ref. hält letzteres, weil unerwiesen und bisher allein dastehend — denn auch bei Torreya dürfte sie sich noch finden — für unwahrscheinlich; auch bei einheimischen Koniferen waren so ausgezeichnete Beobachter wie Strasburger längere Zeit nicht imstande, die Abgabe der Bauchkanalzelle sicherzustellen, die sich schließlich aber überall vorfand.

Die, wie früher berichtet, auf der Ligula keimenden Pollenkörner entwickeln außerordentlich lange Schläuche, welche sich vielfach verzweigen, ohne jedoch wie diejenigen von Agathis es tun, ins Gewebe der Ligula einzudringen. Verf. nimmt an, daß dies ein sehr alter Typus der Pollenschlauchbildung ist, die ja bei den Cycadeen und Ginkgo als Haustorien und Anker zugleich dienen mögen; bei Araucaria muß natürlich die Haustorienfunktion fortfallen, da die Schläuche nicht ins Ligulagewebe eindringen. — Die Antheridium-Mutterzelle, welche nach der früheren Mitteilung des Verf.s (cf. l. c.) bereits beim Ausstäuben des Pollens gebildet war, teilt sich noch vor Eindringen in den Nucellus. Die männlichen Zellen sind sehr groß und ungewöhnlich beweglich, auch sehr langlebig. Ihre Beweglichkeit vergleicht Verf. mit derjenigen

[1]) Vgl. G. Karsten, Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Zeitschr. f. Bot. 1915. 7, 1, wo für Gnetum das gleiche bemerkt wird.

der Cycas und Ginkgospermatozoiden, obgleich jede Andeutung von Cilien bei Araucaria fehlt. Blepharoblastenähnliche Körper sind dagegen im männlichen Plasma nachweisbar. Ohne die Halszellen zu verletzen, nähert sich eine der beiden gleichgroßen männlichen Zellen stürmisch dem Eikern, der vor dem Andrängen bis in den Grund des Archegonium ausweicht, während das mit ins Archegonium eingetretene männliche Plasma die Gruppe der verschmelzenden Kerne umhüllt. Der Keimkern tritt nun alsbald in Teilung ein und vermehrt andauernd die Zahl seiner frei im Plasma liegenden Kerne, die in ihrer Gesamtheit den Proembryo bilden. Es mögen schließlich 32 bis 40 oder mehr Kerne sein, die mit ihrer umgebenden Plasmamasse von einer Membran umschlossen zu sein scheinen. Alsdann treten Zellwände zwischen den bisher freien Kernen auf, so daß zunächst eine Proembryokugel entsteht. Die der Mikropyle zugekehrten Randzellen der Kugel wachsen zum Suspensor aus, die abgekehrten Randzellen bilden die aus Strasburgers Untersuchungen bekannte Kappe. Die dazwischen bleibenden Randzellen halten die Verbindung zwischen Suspensor und Kappe aufrecht und nur die im Zentrum verbleibenden Zellen allein nehmen an der Embryobildung teil. Dabei wird die Kappe beseitigt und durch zahllose Teilungen entsteht ein zylindrischer Embryokörper, dessen Scheitel zunächst abgerundet ist, schließlich aber zwei große Kotyledonen auswachsen läßt, während die untersten, der Mikropyle zugewandten Zellen quasi einen zweiten Suspensor bilden, der den Embryo weiter ins Prothallium hineinschiebt. Embryo und Prothalliumzellen sind mit Proteïn- und kleinen Stärkekörnern gefüllt. Der erhalten bleibende Rest des Nucellus geht in die Samenschalbildung mit ein. Von Interesse ist endlich auch, daß der abgefallene reife Samen die Embryoentwicklung nach Trennung vom Baume weiter fortsetzt, was an das Verhalten von Ginkgo und Cycadeen erinnert.

Das ist in kurzen Zügen die vom Verf. ergründete Entwicklungsgeschichte der Araucaria brasiliensis. Die Zeiten der einzelnen Entwicklungsstadien sind hier nicht mitgeteilt, weil sie, wie auch sonst manche Unregelmäßigkeiten, darauf hinzuweisen scheinen, daß sich die Bäume in ihrer Heimat anders verhalten dürften; so waren in den aufeinanderfolgenden Jahren der Beobachtung und Materialsammlung die Entwicklungsstadien durchaus ungleichmäßig. Wenn die jungen weiblichen Zapfen im März bis April beginnen von vegetativen Knospen unterscheidbar zu werden, so tritt bald, nachdem sie das Knospenstadium verlassen haben, schon die Bestäubung ein, reif werden die Früchte aber erst im Herbst oder Winter des nächstfolgenden Jahres, also dauert die Entwicklung $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Jahr.

Zu bedauern ist die unglückliche Art der Figurenwiedergabe. Im Heft 57, 6, sind im Interesse der Figurenzahl, diese so stark verkleinert, daß sie vielfach wertlos geworden sind. In Fig. 5 eine Synapsis zu erkennen, ist unmöglich. Halb soviel Figuren und diese etwas vollständiger, wäre mehr gewesen. Z. B. sind Fig. 10, 11, 13, 14, 15, 21, 23, 25, 26, 27 u. a. entbehrlich. In 59, 1, stört die merkwürdige Idee alle Figuren in Medaillonform zu geben sehr; einige Figuren erscheinen auch hier unnötig, während das umliegende Gewebe bei Fig. 1 und 2 von Interesse gewesen wäre, also weniger aber vollständigere Abbildungsn sind zu wünschen. G. Karsten.

Burlingame Lancelot, The origin and relationships of Araucarians I.

I. Bot. gaz. *1915*. **60,** 1—26. II. Ebenda. 89—114.

Schon am Schlusse der eben besprochenen letzten Araucaria-Arbeit beschäftigt sich Verf. mit der Frage nach der Verwandtschaft und Herkunft der Gattung, die in diesen beiden Artikeln nun eingehend erörtert werden. Er untersucht gründlich die darüber bereits von anderen geäußerten Ansichten die er als: Lycopodium-Theorie, Cordaiteen-Theorie und Abietineen-Theorie bezeichnet. Da es unmöglich ist, ohne allzu weitschweifig zu werden, diese »Theorien« im einzelnen pro et contra zu referieren, so sei es gestattet nur den endlichen Abschluß des Verf.s wiederzugeben und näher Interessierte auf das Original zu verweisen:

Gymnospermen gleichen sich untereinander viel mehr, als irgend eine von ihnen anderen Pflanzengruppen gleicht; sie sind einheitlicher Abstammung. Da nun die Cycadophyten sicherlich von farnähnlichen Gewächsen abstammen, so weisen alle Gymnospermen schließlich auf diese Gruppe als Vorfahren hin.

Die Coniferen gleichen sehr den Cordaitales und stammen wahrscheinlich von ihnen ab, und zwar sind die Araucarineen dieser Gruppe ähnlicher als andere Coniferen und dürften ihre direkten Nachkommen sein, auch stimmt diese Annahme zu den bis jetzt vorliegenden geologischen Tatsachen. Die vergangenen Coniferen mesozoischem Alters waren entweder Araucarien oder Cordaiteen, die sich dann in Richtung zu den Pinaceen weiter entwickelt haben. Einige mögen auch als Vorfahren von Taxodineen wie Cryptomeria und Sequoia betrachtet werden. Die Abietineen endlich sind ein sehr alter Stamm, der entweder direkt von den Cordaitales oder von den ältesten Gliedern der Araucarineen sich herleiten läßt. G. Karsten.

Pantanelli, E., Über Ionenaufnahme.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **56**, (Pfeffer-Festschrift) 689.

Das neue experimentelle Material, welches der Verf. als Beitrag zur Lehre von der Salzaufnahme durch lebende Wurzeln, Algen und Pilze vorlegt, besteht in Versuchen, in denen verschiedene Salze in wechselnder Konzentration, mit und ohne gleichzeitige Darreichung eines Narkotikums (0,05 % Chloralhydrat) den Pflanzen geboten wurden. Nach kurzem Verweilen der Objekte in den Salzlösungen wurden die letzteren analytisch untersucht und hierdurch festgestellt, ob Kation und Anion noch immer im Äquivalentverhältnis oder in geändertem Mengenverhältnis vorhanden waren.

Bei 130 Kombinationen von Pflanzen und Salzen konnte Verf. in diesen äußerst mühevollen Untersuchungen nur in 13 Fällen eine annähernd äquivalente Aufnahme beider Ionen beobachten, und zwar in Kaliumnitrat bei Ulva und Valonia, Lithiumnitrat bei Valonia, Magnesiumnitrat bei Cicer, Baryumnitrat bei Valonia, Aluminiumnitrat bei Cicer, Kaliumsulfat bei Gigartina, Zinksulfat bei Vicia, Manganosulfat bei Azolla, Ferro- und Aluminiumsulfat bei Weinhefe, Dikaliumhydrophosphat bei Lupinus und Diammoniumhydrophosphat bei Ulva. Sonst wurde stets entweder das Kation oder das Anion in relativ größerer Menge aufgenommen, und zwar $K^{\cdot}$ meist stärker als das gleichzeitig dargereichte Anion, ebenso NO_3' meist in größerer Menge als das Kation, desgleichen auch HPO_4'. Hingegen trat SO_4'', Cl', Br' und J' recht wenig ein, auch $NH_4^{\cdot}$ nur in viel geringerer Menge als das Anion. $Ca^{\cdot\cdot}$ wurde bei Meeresalgen reichlich aufgenommen. $Mg^{\cdot\cdot}$ bei Hefe überhaupt nicht, sonst aber stärker als NO_3' und SO_4''. Das Tartrat-Anion trat bei Meeresalgen schneller, bei Hefe langsamer als NH_4 ein, das Oxalat-Anion gar nicht oder sehr wenig.

Die mit Chloralhydrat behandelten Pflanzen nahmen meist weniger Kation auf als die normalen Objekte, wenn es sich um leicht permeierende Kationen handelte. Bei schwer permeierenden ergab sich öfters der gegenteilige Befund. So scheint die von verschiedenen Forschern vermutete Regel, wonach Anästhetika die Elektrolytaufnahme durch lebende Zellen herabsetzen, nicht ganz ausnahmslose Geltung zu besitzen. Bezüglich des physiologischen Erfolges der Salzionen kann man nach Verf. sagen, daß besonders die irgendwie nützlichen Ionen von schwach narkotisierten Zellen spärlicher aufgenommen werden. Die Verringerung der Aufnahme der Kationen nach Chloralhydratdarreichung läßt sich nach Verf. durch die folgende Reihe wiedergeben:

$$K > Mg > Ca > NH_4 > Al > Zn > Fe > Mn$$

Nach der Förderung der Aufnahme ergab sich eine zweite Reihe:

$Ca < Mg < Li < NH_4 < Zn < Al < Mn < Fe < Ba < Cu$

Für die Anionen entsprechend die Reihen:

$Tartrat > NO_3 > PO_4 > SO_4 < CN$ (Hemmung)

$SO_4 < Cl < Br < J < AsO_4 < Oxalat$ (Förderung)

Auch die Änderung des Wasserstoffionen-Gehaltes der Außenlösung durch die darin kultivierten Pflanzen wurde in einigen Fällen näher geprüft, unter Zuhilfenahme der Farbstoffindikatorenreihe nach Soerensen. Es kamen Fälle vor, in denen die Aufnahme eines Kations oder Anions verschieden war, je nach der Natur des anderen Salzions. Diese Beeinflussung kann jedoch nach Verf. nicht zugunsten der Annahme gedeutet werden, daß undissoziierte Salzmolekel zur Resorption gelangen. Versuche mit physiologisch balancierten Lösungen wurden in der Weise angestellt, daß Meeresalgen in Seewasser, dem die gewünschte Menge des zu untersuchenden Salzes zugesetzt war, zur Prüfung kamen. Meist war die prozentige Aufnahme im Seewassergemisch viel stärker, als in der reinen Salzlösung. Nur $Zn^{\cdot\cdot}$, SO_4'' und $NH_4^{\cdot}$ wurden manchmal aus der reinen Salzlösung relativ reichlicher aufgenommen als aus dem Seewassergemisch.

Der Einfluß der Konzentration des dargereichten Salzes zeigte sich dahin, daß alle Ionen zwischen 0,01 bis 0,1 Mol für geringe Konzentrationen eine rasche Zunahme der Aufnahmsgeschwindigkeit aufwiesen, mit steigender Konzentration aber in stark abnehmendem Verhältnis, so daß um 0,1 Mol herum kleine Konzentrationserhöhungen überhaupt keine Förderung mehr erzielten. Die Werte entsprechen graphisch etwa Punkten einer Adsorptionsisotherme.

Die zeitlichen Verhältnisse des Verlaufs der Aufnahme diskutiert Verf. besonders in Hinblick auf die von ihm abgelehnte Ruhland'sche Hypothese zur Erklärung der differenten Aufnahme der Salzbestandteile ohne Ionenpermeabilität.

Die Mechanik der Salzaufnahme faßt Verf. im Anschluß an neuere Arbeiten auf dem Gebiete der physikalischen Chemie der Zelle und ihrer Kolloide als typische Adsorption der Salzionen an die Zellkolloide auf. Er weist noch besonders darauf hin, daß in bestimmten Fällen die Ionenaufnahme von der Wasseraufnahme übertroffen wird, so daß das Bild einer negativen Adsorption hervortritt.

Die Arbeit zeigt den großen Vorzug sich von theoretischer Einseitigkeit freizuhalten, und bedeutet einen Fortschritt der Lehre von der Stoffaufnahme in die lebende Zelle. Natürlich bleiben zahlreiche Punkte einer weiteren Klärung vorbehalten. Da der Verf. noch eine ausführlichere Darstellung an anderem Orte verspricht, so besteht die

Hoffnung, daß einige Lücken baldigst ausgefüllt werden. Das Studium der Arbeit regt vor allem den Wunsch an, zu erfahren, in welcher Weise die Salzionen-Adsorption an toten Kolloiden ohne und mit Chloralhydrat-Zusatz sich mit den Beobachtungen an der lebenden Pflanze vergleichen läßt. Die Versuche am lebenden Objekt betreffen durch die gleichzeitig stattfindenden kolloidchemischen Erscheinungen an Zellmembran, Plasma und Zellinhaltskörpern, die lokale Verarbeitung der dargereichten Ionen in den lebenden Zellen, die durch den Lebensprozeß der Pflanzenorgane bedingte Verteilung der Ionen usw. ein so ungeheuer kompliziertes Ganzes, daß eine engere Umgrenzung auf ein physikalisch gut zu übersehendes Teilgebiet außerordentlich willkommen wäre.

Czapek.

Pascher, A., Studien über rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten. Einleitung, 1. und 2. Teil.

Arch. f. Protistenkunde. **36,** 81—136. Taf. 7—10.

In den vorliegenden Studien will Verf. zeigen, daß in den meisten Flagellatenreihe (inklusive Dinoflagellaten, exklusive Eugleninen und Volvocalen) Formen auftreten, die infolge tierischer Ernährungsweise rhizopodenartige Formen bilden, welche nur an Hand ihrer Flagellatenstadien, oder wenn diese fehlen, an Hand von Chromatophoren oder von Stoffwechselprodukten als ursprüngliche Flagellaten erkannt werden können. Da es nun sehr wohl denkbar ist, daß auch das Flagellatenstadium verloren gehen kann und keine charakteristischen Stoffwechselprodukte mehr vorhanden sein können, so ergibt sich der Schluß, daß es Rhizopoden geben kann, die von Flagellaten abstammen, daß somit die Rhizopoden polyphyletischen Ursprungs sind.

Zu den bisher schon bekannten rhizopodialen Chrysomonadinen stellt Verf. seinen Rhizaster, einen Organismus mit zwei gelben Chromatophoren, der in einem zarten, becherförmigen langgestielten Gehäuse lebt. Im Innern der Zelle befindet sich Leukosin, ein Zellkern und pulsierende Vakuolen. Eine Geißel besitzt die Zelle nicht, wohl aber einen Kranz von 6 bis 8 horizontal ausgebreiteten Rhizopodien, welche sich verlängern und verkürzen und auch schwingende Bewegungen ausführen und kleine feste Nahrungsbestandteile aufnehmen. Die Vermehrung geschieht durch Längsteilung innerhalb des Gehäuses. Das obere der beiden Tochterindividuen verläßt das Gehäuse in Gestalt einer kriechenden Amöbe, welche sich auf dem Substrat eigenen Stiel und eigenes Gehäuse bildet. Außerdem scheinen Cysten gebildet zu werden, die aus der Gehäusemündung herausragen. Rhizaster schließt sich mit seiner Gehäusebildung an Stylochrysalis usw. an, unterscheidet sich jedoch davon durch Geißellosigkeit und den Besitz von Rhizopodien.

Die zweite Form ist Chrysocrinus, dessen flach brotleibartiges Gehäuse auf Cladophora, Vaucheria usw. kleine braune Krusten von 10 bis 12 μ Durchmesser bildet. Die Schale ist von zahlreichen unregelmäßig angeordneten runden Löchern durchbrochen. In diesem Gehäuse wohnt ein rhizopodialer Protoplast mit großem Zellkern und glänzenden, wahrscheinlich aus Leukosin bestehenden Ballen, sowie 1 bis 2 braungrünen Chromatophoren. Durch die Löcher des Gehäuses streckt der Protoplast zahlreiche radial gerichtete Rhizopodien aus, die 6- bis 10 mal länger sind als das Gehäuse, ihre Länge und Richtung jedoch fortwährend verändern und Bakterien aufnehmen. Die Zelle vermehrt sich durch Zweiteilung innerhalb des Gehäuses. Chrysocrinus ist ein Chrysomonadine, welche der nackten von Scherffel beschriebenen Chrysostephanosphaer aähnelt.

Das an dritter Stelle beschriebene Chrysothylakion lebt im Meere auf Chaetomorpha. Sein Gehäuse ist ellipsoidisch und liegt der Algenmembran mit der flachen Seite an. Die an einem Gehäusepol gelegene kurze Mündungsröhre biegt sich nach hinten zurück und legt sich der Gehäusewand an. Der Protoplast, der das Gehäuse nicht ganz ausfüllt, enthält Kern, Leukosinballen und zwei sehr blasse, oft farblose, offenbar reduzierte Chromatophoren. Die Gehäusemündung wird durch einen derben Plasmastrang durchsetzt, der sich draußen in ein reichverzweigtes anastomosierendes Rhizopodien-System auflöst, welches die ganze Umgebung des Organismus überzieht und Flagellaten, Algen und Bakterien fängt. Vermehrungsstadien kamen nicht zur Beobachtung, wohl aber noch schalenlose Individuen mit Pseudopodien. Der Besitz von Leukosin und von Chromatophoren weist Chrysothylakion zu den Chrysomonadinen, unter denen es den am weitesten fortgeschrittenen Rhizopodialtypus repräsentiert.

Die im 2. Teil beschriebene Dinamoeba varians mit dinoflagellatenartigen Schwärmern lebt im Meere zwischen dichten Schizophyceendecken als 40 bis 60 μ große, farblose Amöbe mit plumpen Pseudopodien, Nahrungsvakuolen und großem Kern von fädig knäueligem Bau. Diese Amöbe encystiert sich dann zu einer bipolaren Cyste von der Form plumper Orangenschnitze. In diesen erfolgt die Teilung in 4 bis 8 Tochterzellen, die nach ihrem Austreten als gymnodinienartige Schwärmer herumschwimmen. Während die Querfurche stets deutlich ausgebildet ist und eine Quergeißel birgt, erscheint die Längsfurche nur als kurze Einsenkung, in der eine Geißel nicht nachgewiesen werden konnte. Nach einiger Zeit werden diese Schwärmer unter Verlust der Geißel zu Amöben, die sich von Flagellaten, Diatomeen und Grünalgen ernähren. Verf. kommt zu dem Schluß, daß seine Dinamoeba eine Parallelreihe zu den vorwiegend freischwimmenden Dinoflagellaten

und den von Klebs beschriebenen Cystodinien repräsentiert. Ihr vegetatives Stadium ist zur rein animalen Lebensweise übergegangen, während sich die Cystodinien, resp. Dinophyceen rein pflanzlich, holophytisch ernähren. Verf. gründet für seine Dinamoeba die Familie der Rhizodininae und die Reihe der Dinamoebinae. Dem stehen keine ernsten Bedenken gegenüber, doch ist zu bemerken, daß die beschriebene Amöbenbildung bei den Peridineen nicht so ganz neu ist, da Schilling schon 1891 sein Gymnodinium jetzt Spirodinium hyalinum beschrieben hat, bei dem das begeißelte Stadium ebenfalls in ein amöboides übergeht, in welchem die Nahrungsaufnahme durch Rhizopodien erfolgt. Wie bei Dinamoeba verwandelt sich die Amöbe nach der Nahrungsaufnahme in eine Cyste, in welcher die Teilung erfolgt. Beide Formen zeigen somit den gleichen Entwicklungszyklus; allerdings ist bei Dinamoeba das Flagellatenstadium stark in Rückbildung begriffen, während es bei Spirodinium noch völlig erhalten ist. Letzteres bildet somit den Übergang von den ausschließlich freischwimmenden Dinoflagellaten zu Dinamoeba, deren Flagellatenstadium schon eine Geißel verloren hat.

Es ist zu hoffen, daß die Beobachtungen und Hypothesen des Verf.s auf die Amöbenforschung anregend wirke. Senn.

Alten, H. v., Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Organismen unserer Gewässer. III.

136 S. mit 3 Abb. im Text und auf einer Tafel. Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig. 1915.

Die Arbeit liefert einen wertvollen Beitrag zur Kenntnis des Einflusses organischer und mineralischer gelöster Stoffe auf das Gesamtleben der Gewässer, im speziellen auf das Pflanzen- und Tierleben der Flußsysteme der Oker und Aller nördlich vom Harz. Hier begünstigt die Fruchtbarkeit des Bodens den Zuckerrübenbau, während unter der Oberfläche reiche Lager an Kalisalzen ruhen. Die Verwertung beider Produkte führt zur Einschwemmung organischer bzw. mineralischer Stoffe in die genannten Flüsse, deren Beeinflussung des Wassers den Ausgangspunkt der vorliegenden Studien bildete.

Bezüglich der Kieselalgen betont Verf. den förderlichen Einfluß, welchen die KCl-, MgCl-, $MgSO_4$- und NaCl-Salze ausüben. Besonders den Magnesiumverbindungen fällt hierbei die Rolle eines wirksamen Stimulans zu.

Die sorgfältige Aufstellung von Listen über die Gattungen und Arten der beobachteten Bacillariaceae läßt erkennen, daß mit Zunahme der Chloride im Wasser (in der Schunter gegen 400 mg Cl im Liter) die

Kieselalgen nach Gattungen, Arten und Individuen zunehmen. Bemerkenswert ist das Vorkommen der Brackwasserformen Diploneis interrupta, Achnanthes brevipes var. intermedia u. a. m. Verf. macht gegen 100 Species salzliebender Kieselalgen aus der dortigen Gegend namhaft. Diese Zahl scheint dem Ref. zu hoch gegriffen, da z. B. Bacillaria paradoxa, Ceratoneis arcus, Diatoma elongatum, Gyrosigma attenuatum, Nitzschia palea u. a. m. in normaler Entwicklung auch in Gewässern vorkommen, die unter 50 mg Cl im Liter Wasser enthalten.

Gleichwohl bleibt die Tatsache bestehen, daß der Gesamtbestand an Kieselalgen durch gesteigerten Chloridgehalt eine Förderung erfahren kann, was auch der berühmte Solgraben bei Artern mit seinen reichlichen, braunen Diatomeenmassen beweist.

Auf Grund seiner Feststellungen hält Verf. abweichende Äußerungen des Reichsgesundheitsrates über ähnliche Fragen, betreffend Einwirkung von Kaliabwässern, für korrekturbedürftig.

Zweitens werden, wie bereits bemerkt, die Einwirkungen fäulnisfähiger organischer Stoffe auf die genannten Gewässer in der vorliegenden Arbeit behandelt. Diese führen zur Entwicklung von Saprobien, z. B. Sphaerotilus natans, und wirken zunächst hemmend auf die Entwicklung der normalen Flora und Fauna. Mit fortschreitender Mineralisation tritt aber auch hier eine Steigerung der Produktion bei einzelnen Arten, besonders in der oligosaproben Zone, ein, vor allem durch organische Nährstoffe. In dieser spielen dann die Diatomeen an Artenzahl die Hauptrolle, während sie an Masse von Vaucheria- und Cladophora-Arten bedeutend übertroffen werden. Unterhalb Glentorf ist das Bett der Schunter besonders im Juni fellartig von ausgedehnten, grünen Beständen der Vaucheria ausgekleidet, deren Entwicklung durch genügende Strömung und Belichtung noch besonders begünstigt wird. Verf. stellt weitere Studien über dieses Thema in Aussicht.

Kolkwitz.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Smalian, K., Grundzüge der Pflanzenkunde für höhere Lehranstalten. Ausg. A: Für Realanstalten. 4. Aufl. G. Freytag, Leipzig. *1915*. 8⁰. 16 + 327 S. m. 314 Abb. u. 50 farb. Taf.

—, Dasselbe. (Ausg. in 2 Tln.) I. Tl.: Blütenpflanzen. 4. Aufl. Ebenda. *1915*. 12 + 268 S. m. 241 Abb. u. 44 farb. Taf.

Schmeil, O., Lehrbuch der Botanik für höhere Lehranstalten und die Hand des Lehrers sowie für alle Freunde der Natur. Quelle u. Meyer. *1915*. 8⁰. 522 S.

Morphologie.

Figdor, W., s. unter Physiologie.

Ortlepp, K., Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten. O. Weigel, Leipzig. *1915*.

Gewebe.

Geiger, F., Anatomische Untersuchungen über die Jahresringbildung von Tectona grandis. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915*. **55**, 521—607.)

Heßmer, M., Anatomische Untersuchungen an Sonnen- und Schattenblättern immergrüner Pflanzen. Diss. Halle. *1914*. 8, 59 S.

Holden, R., On the cuticles of some indian Conifers. (The bot. gaz. *1915*. **60**, 215—227.)

Physiologie.

Buddenbrock, W. v., Die Tropismentheorie von Jaques Loeb. Ein Versuch ihrer Widerlegung. (Biol. Centralbl. *1915*. **35**, 481—506.)

Figdor, W., Über die thigmotropische Empfindlichkeit der Asparagus-Sprosse (Sitzgsber. K. Akad. Wiss. M.-n. Kl. I. *1915*. **124**, 353—374.)

—, Über die panaschierten und dimorphen Laubblätter einer Kulturform der Funkia lancifolia Spreng. (Ebenda. *1914*. **123**, 12 S.)

Gaßner, G., Fragmentarisch gebliebene Arbeiten gefallener Kriegsteilnehmer aus dem botanischen Institut der Universität Rostock. (Ber. Naturf. Ges. Rostock. *1915*. 8⁰. 57—62.)

—, s. unter Teratologie.

Gates, F. C., s. unter Pilze.

Gerretsen, F. C., s. unter Bakterien.

Hägglund, E., Die Hydrolyse der Zellulose und des Holzes. (Aus: „Samml. chem. u. chem.-techn. Vortr.") F. Enke, Stuttgart. *1915*. Lex 8⁰. 52 S.

Harvey, E. M., Some effects of ethylene on the metabolism of plants. (The bot. gaz. *1915*. **60**, 193—214.)

Koernicke, M., Die biologischen Wirkungen der Röntgenstrahlen auf den pflanzlichen Organismus. (Verh. d. d. Röntgen-Ges. *1915*. **10**, 56—57.)

Lakon, G., Über den rhytmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. (Biol. Centralbl. *1915*. **35**, 401—471.)

—, Die Frage der jährlichen Periodizität der Pflanzen im Lichte der neuesten Forschung. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. **13**, 85—101.)

Lipman, C. B., and **Burgess, P. S.**, s. unter Bakterien.

Münter, F., s. unter Pilze.

Molisch, H., Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 1: Über einen leicht kristallisierenden Gerbstoff in Dionaea muscipula. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 447—450.)

Popoff, M., und **Konsuloff, S.**, Serologische Untersuchungen über pflanzliche Öle. (Präzipitinreaktion.) (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44**, 658—660.)

Pulitzer, G., Über die Verbreitung des Alkannins bei den Borragineen und sein Auftreten in der Pflanze. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. **65**, 177—190.)

Osterhout, W. J. V., The determination of additive effects. (The bot. gaz. *1915*. **60**, 228—234.)

Pascher, A., s. unter Algen.

Stark, P., Untersuchungen über Kontaktreizbarkeit. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 389—409.)

Steinbrinck, C., Zu den Kohäsions- und Osmose-Fragen. (Ebenda. 451—460.)

Vouk, V., Die Umstimmung des Phototropismus bei Chara sp. (Ebenda. 410—412.)

—, Zur Kenntnis der mikrochemischen Chitin-Reaktion. (Ebenda. 413—415.)

Wagner, R. J., Wasserstoffionenkonzentration und natürliche Immunität der Pflanzen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915.* **44,** 708 ff.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Duncker, G., Die Frequenzverteilung der Geschlechtskombinationen bei Mehrlinggeburten des Menschen und des Schweins. (Biol. Centralbl. *1915.* **35,** 506 bis 539.)

Emerson, E. E., Anomalous endosperm development in maize and the problem of bud sports. (Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre. *1915.* **14,** 241—259.)

Frimmel, F., Verbascum Liechtensteinense, eine neue Verbascumform. (Ebenda. 281—285.)

Hedlund, T., De Sorbo arranensi Hdl. et affinibus homozygoticis Norvegiae. (Bot. Undersolkels. i Helgeland II. Videnskapsselsk. skrift. I. M. N. Kl. *1914.* Nr 4. 181—184.)

Henkels, H., Die Kreuz- und Selbstbefruchtung und die Vererbungslehre, (Rec. trav. bot. Néerlandais. *1915.* **12,** 278—339.)

Johannsen, W., Tilsyneladende arvelig selektionsvirkning. (Oversigt over det kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger. *1915.* Nr. 3—4, 285—306.)

Kiessling, L., Die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der Gerste. Ein Beitrag zur Braugerstenfrage vom Standpunkt der Vererbungslehre und der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. P. Parey, Berlin. *1915.* 8⁰. 3 + 67 S.)

Koernicke, M., Die geschlechtliche Fortpflanzung bei den Gewächsen und ihre Bedeutung für die Nachkommenschaft. (Beitr. z. Pflanzenzucht. *1915.* Heft 4, 58—70.)

Plowman, A. B., Is the box elder a maple? (The bot. gaz. *1915.* **60,** 169—192.)

Stout, A. B., The origin of dwarf as shown in a sport of Hibiscus oculi roseus. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 429—451.)

Tammes, T., Die genotypische Zusammensetzung einiger Varietäten derselben Art und ihr genetischer Zusammenhang. (Rec. trav. bot. Néerlandais. *1915.* **12,** 217—277.)

de Vries, H., Über amphikline Bastarde. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 461—467.)

Ökologie.

Bernatzky, J., s. unter Pflanzengeographie.

Geisenheyner, L., Der Schleuderapparat von Dictamnus fraxinella Pers. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 442—446.)

Reinke, J., Studien über die Dünen unserer Ostseeküste. V. Hinterpommern. (Erste Hälfte.) (Wiss. Meeresunters. N. F. *1915.* **17,** Abt. Kiel, 283—291.)

Steinmann, P., Praktikum der Süßwasserbiologie. I. Teil: Die Organismen des fließenden Wassers. Bornträger, Berlin. *1915.* 8⁰. 181 S.

Werth, E., Kurzer Überblick über die Gesamtfrage der Ornithophilie. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915.* **53,** Beibl. 116, 314—378.)

Myxomyceten.

Kunkel, L. O., A contribution to the life history of Spongospora subterranea. (Journ. of agricult. research. *1915.* **4,** 265—278.)

Algen.

Börgesen, F., The marine algae of the danish West Indies. Vol. 2. Rhodophyceae. S. 1—80. Kopenhagen. *1915.*

Pascher, A., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Chlorophyceae II. Tetrasporales, Protococcales, einzellige Gattungen unsicherer Stellung. Bearb. v. †E. Lemmermann, †Jos. Brunnthaler u. A. Pascher. Fischer, Jena. *1915.* 250 S.

Pascher, A., Animalische Ernährung bei Grünalgen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33,** 427—441.)
Steinmann, P., s. unter Ökologie.
Svedelius, N., Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über Scinaia furcellata. (Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis. *1915*. Sér. IV. **4,** Nr. 4. 55 S.)
Vouk, V., s. unter Physiologie.

Bakterien.

Conn, H. Joel, Culture Media for Use in the Plate Method of Counting Soil Bacteria. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 719 ff.)
Gerretsen, F. C., Die Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf die Leuchtbakterien. (Ebenda. 660—662.)
Lipman, C. B., and **Burgess, P. S.,** Studies on nitrogen fixation and Azotobacter forms in soils of foreign countries. (Ebenda. 481—512.)
Pringsheim, E. G., Die Bakteriologie im Kriege. (Naturw. Umschau. *1915*. 3 S.)

Pilze.

Boas, F., Mykologische Notizen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 695 ff.)
Dodge, B. O., The effect of the host on the morphology of certain species of Gymnosporangium. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42,** 519—542.)
Edson, H. H., Rheosporangium aphanidermatus, a new genus and species of fungus parasitic on sugar beets and radisches. (Journ. of agricult. research. *1915*. **5,** 289—291.)
Gates, F. C., Tissue tension in Amorphophallus. (The bot. gaz. *1915*. **60,** 235—236.)
Jacob, G., Zur Biologie Geranium bewohnender Uredineen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 617—658.)
Keißler, K. v., Neues Vorkommen von Puccinia Galanthi Ung. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. **65,** 236—238.)
Lakon, G., Zur Systematik der Entomophthoreengattung Parichium. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. *1915*. **25,** 257—272.)
—, s. unter angewandte Botanik.
Melhus, J. E., Perennial mycelium in species of Peronosporaceae related to Phytophthora infestans. (Journ. of agricult. research. *1915*. **5,** 59—69.)
Münter, F., Über den Einfluß anorganischer Salze auf das Wachstum der Actinomyceten. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 673 ff.)

Moose.

Lampa, E., Untersuchungen über die ersten Entwicklungsstadien einiger Moose. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. **65,** 195—204.)
Müller, K., Die Lebermoose, Lief. 23, 24 in Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig. *1915*. 529—656.)
Schiffner, V., Neue Mitteilungen über Lebermoose aus Dalmatien und Istrien. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. **65,** 190—195.)

Farnpflanzen.

Brause, G., und **Hieronymus, G.,** Pteridophyta africana nova vel non satis cognita. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915*. **53,** 366—375.)
Domin, K., s. unter Angiospermen.

Gymnospermen.

Domin, K., s. unter Angiospermen.
Holden, R., s. unter Gewebe.

Neger, F. W., und **Fuchs, J.**, Untersuchungen über den Nadelfall der Koniferen. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915*. **55**, 608—660.)

Sperlich, A., s. unter Pflanzenkrankheiten.

Angiospermen.

Bericht der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für die Jahre 1914 und 1915. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915*. **53**, Beibl. 116, 1—2.)

Berichtigungen zu den von R. Muschler im Engl. Bot. Jahrb. XLIII (1909), XLVI (1911), XLIX (1913) und L Suppl. (1914) veröffentlichten Diagnosen afrikanischer Pflanzen. (Ebenda. 366—375.)

Berger, A., Die Agaven. Jena. *1915*. VI + 288 S. 79 Textabb., 2 Karten.

Dammer, U., Solanaceae africanae III. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915*. **53**, 325—357.)

—, Beiträge zur Kenntnis der Elaeis guineensis Jacq. (Ebenda. 320—324.)

Diels, L., Anonaceae africanae III. (Ebenda. 376—433.)

Domin, K., Beiträge zur Flora und Pflanzengeographie Australiens. 4. Lfg., 1. Teil: Systematische Bearbeitung des eigenen sowie auch fremden, besonders des von Frau Amalie Dietrich in Queensland (1863—1873) und von Dr. Clement in Nord-west-Australien gesammelten Materiales mit teilweiser Berücksichtigung der gesamten Flora Australiens. 1. u. 2. Abt.: Pteridophyta, Gymnospermae, Monocotyledoneae. (Bibl. bot. *1915*. Heft **85**, 401—551.)

Fernald, M. L., and **Wiegand, K. M.**, The genus Euphrasia in North America. (Rhodora. *1915*. **17**, 181—201.)

Gilg, E., Eine neue interessante Gattung der Thymelaeaceae aus dem tropischen Afrika. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915*. **53**, 362—365.)

—, und **Benedict, Ch.**, Nachträge und Verbesserungen zu der »Monographischen Zusammenstellung sämtlicher Capparidaceae des tropischen und subtropischen Afrika. (Ebenda. 452—454.)

Harms, H., Leguminosae africanae VIII. (Ebenda. 455—476.)

—, Araliaceae africanae III. (Ebenda. 358—361.)

Knuth, R., Neue afrikanische Arten der Gattungen Pelargonium, Oxalis und Adisiandra. (Ebenda. 312—316.)

Krause, K., Lauraceae africanae III. (Ebenda. 449—451.)

Schlechter, R., Bruniaceae africanae. (Ebenda. 317—319.)

—, Orchidaceae Stolzianae. (Ebenda. 477—605.)

Ule, E., Über brasilianische Rafflesiaceen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 468—477.)

Vierhapper, F., Beiträge zur Kenntnis der Flora Kretas. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. **65**, 204—236.)

Zijp, C. van, Beiträge zur Kenntnis der Zingiberaceën. (Rec. trav. bot. Néerlandais. *1915*. **12**, 340—347.)

Pflanzengeographie.

Bericht der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für die Jahre 1914 und 1915. (Bot. Jahrb. (Engl.) *1915*. **53**, Beibl. 116, 1—2.)

Bernatzky, J., Bäume und Sträucher in den Sodagegenden des ungarischen Tieflandes. (Jahresber. d. Ver. f. ang. Bot. *1915*. **12**, 44—52.)

Binz, A., Ergänzungen zur Flora von Basel. (Verh. naturf. Ges. in Basel. *1915*. **26**, 176—221.)

Britton, N., Studies on West Indian plants. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 487—517.)

Domin, K., s. unter Angiospermen.

Engler, A., Beiträge zur Flora von Afrika XLV. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915*. **53**, 312—605.)

Krause, K., Über die Vegetationsverhältnisse des westlichen und mittleren Kleinasiens. (Bot. Jahrb. [Engl.] *1915*. **53**, Beibl. 116, 284—313.)

Morton, Fr., Pflanzengeographische Monographie der Inselgruppe Arbe. (Ebenda. 67—273.)

Pax, F., Schlesiens Pflanzenwelt. Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz. G. Fischer, Jena. *1915*. 8°. 313 S.

Pritzel, E., und **Brandt, M.,** Vegetationsbilder aus der Sierra Nevada in Süd-Spanien. (Ebenda. 274—283.)

Rübel, E., Die auf der »Internationalen pflanzengeographischen Exkursion« durch Nordamerika 1913 kennengelernten Pflanzengesellschaften. (Ebenda. 3—36.)

Thellung, A., Pflanzenwanderungen unter dem Einfluß des Menschen. (Ebenda. 37—66.)

Wangerin, W., Beiträge zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse einiger Moore der Provinz Westpreußen und des Kreises Lauenburg in Pommern. (Ber. d. westpr. bot. zool. Ver. *1915*. **38,** 77—135.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Carpenter, C. W., Some potato tuber-rots caused by species of Fusarium. (Journ. of agricult. research. *1915*. **5,** 183—209.)

Edson, H. A., Histological relations of suggar-beet seedlings and Phoma betae. (Ebenda. 55—57.)

—, s. unter Pilze.

Fulmek, L., Zygopterencier in Birnzweigen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 702 ff.)

—, und **Karny, H.,** Einige Bemerkungen über Drepanothrips auf dem Weinstock. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. *1915*. **25,** 393—398.)

Gaßner, G., Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 512—617.)

—, Über einen Fall von Weißblättrigkeit durch Kältewirkung. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33,** 478—486.)

Gentner, G., Das Saatgut als Träger von Krankheitskeimen. (Jahresber. d. Ver. f. ang. Bot. *1915*. **12,** 28—43.)

Hedlund, T., Om rågflugans bekämpande. (Tidskr. f. Landtmän. *1915*. 500—515.)

—, Ett litet förtijdligande af min redogörelse för bladrullsjuka hos potatis. (Ebenda. *1915*. 463—467.)

Jacob, G., s. unter Pilze.

Kölpin Ravn, K., Die Übertragung von Krankheiten durch das Saatgut und die Möglichkeit einer Vergütung der dadurch veranlaßten Verluste. (Jahresber. d. Ver. f. ang. Bot. *1915*. **12,** 18—27.)

Kunkel, L. O., s. unter Myxomyceten.

Müller, K., Die Vorausbestimmung des Zeitpunktes zur Bekämpfung der Rebenperonospora. (Zeitschr. f. Weinbau- und Weinhandlung. *1915*. **2,** 8 S.)

Neger, F. W., und **Fuchs,** s. unter Gymnospermen.

Richter, O., Über das Erhaltenbleiben des Chlorophylls in herbstlich verfärbten und abgefallenen Blättern durch Tiere. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. *1915*. **25,** 385—393.)

Riehm E., Getreidekrankheiten und Getreideschädlinge, p. 385. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44,** 385—407.)

Rosenbaum, J., and **Zinnsmeister, C. L.,** Alternaria panax, the cause of a root-rot of Ginseng. (Journ. of agricult. research. *1915*. **5,** 181—182.)

Schablowski, H., Der Koloradokäfer (Leptinotarsa decemlineata Say.) (Zeitschr. f. Pflanzenkr. *1915*. **25,** 398—400.)

Scott, E. L., A study of pasture trees and shrubbery. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42,** 451—463.)

Sperlich, A., Mit starkem Langtriebausschlag verbundenes Ödem am Hauptstamme jugendlicher Topfpflanzen von Pinus longifolia Roxb. und canariensis Ch. Smith und seine Heilung durch vorzeitige Borkenbildung. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33,** 416—426.)

Sorauer, P., und **Rörig, G.,** Pflanzenschutz. 6. Aufl. Berlin. *1915.* VII + 321 S. 107 Textabb., 8 Farbentaf.

Stahel, G., Marasmius perniciosus nov. spec. der Erreger der Krülloten-Krankheit des Kakaos in Surinam. (Departm. van den Landbouw in Suriname. *1915.* **33,** 1—26.)

Wahl, C. v., und **Müller, K.,** Bericht der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Baden an der Großherzogl. landwirtschaft. Versuchsanstalt Augustenberg für das Jahr 1914. Ulmer, Stuttgart. *1915.* 8⁰. 56 S.

Wagner, R. J., s. unter Physiologie.

Zimmermann, H., Bericht der Hauptsammelstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz für das Jahr 1914. (Mitt. d. landw. Vers. Stat. Rostock. *1915.* 116 S.)

Angewandte Botanik.

Bernatzky, J., Prüfung und Beurteilung der Schnittreben. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. *1915.* **12,** 1—8.)

Dorph-Petersen, K., Wie sucht man in Dänemark durch eine Kontrolle des Saatgutes Verluste im Felde infolge von Mängeln am Saatgute zu verhindern? (Ebenda. 9—17.)

Heger, H., Almanach, pharmazeutischer Kalender für Apotheker, Militär-Medikamenten-Beamte, Studierende der Pharmazie usw. N. F. 41. Jahrg. M. Perles, Wien. *1916.* 8⁰. 4 + 251 S.

Holfert, J. †, **Thoms, H., Mylius, E., Gilg, E., Jordan, K. F.,** Schule der Pharmazie. 4. Botanischer Teil. Bearb. v. E. Gilg. 5., verb. Aufl. gr. 8⁰. J. Springer, Berlin. *1915.* **12,** 445 S.

Kinzel, W., Mikroskopische Futtermittelkontrolle. (Ebenda. 53—61.)

Lakon, G., Die mykologische Forschung der Pilzkrankheiten der Insekten und die angewandte Entomologie. (Zeitschr. f. angew. Entomologie. *1914.* **1,** 277—282.)

Piaz, A. dal, Taschenkalender für Weinbau und Kellerwirtschaft für das Jahr 1916. 32. Jahrg. Wien. *1915.* VII, 163 S. und Tagebuch mit 1 farb. Eisenbahnkarte.

Schander, R., Gutachten über Kartoffeln. (Jahresber. d. Ver. f. ang. Bot. *1915.* **12,** 62—73.)

—, Gutachten über einen Hagelschaden. (Ebenda. 74-92.)

Schindler, O., Bericht der königl. Lehranstalt für Obst- und Gartenbau zu Proskau für das Etatsjahr 1914. Parey, Berlin. *1915.* 8⁰. 1685.

Verschiedenes.

Lange, W., Deutsche Heldenhaine. J. J. Weber, Leipzig. *1915.* 112 S.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. 14 Bd. 1 Heft. Mit Unterstützung des westpreußischen Prov.-Landtags herausgeg. R. Friedländer & Sohn, Berlin. Danzig. *1915.* 4 + 35 + 114 S. mit 7 Abb.

Personalnachricht.

Am 31. Dez. 1915 verschied in Freiburg i. B. der ehemalige Professor der Botanik daselbst, Dr. Friedrich Hildebrand.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia corallina (Lightf.) Ag.

Von

Harald Kylin.

Mit 1 Tafel und 11 Abbildungen im Text.

Vor einigen Jahren (1909) erschien eine Arbeit von I. F. Lewis »The Life History of Griffithsia bornetiana«, in welcher wir eine eingehende Besprechung über die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia bornetiana sowohl in anatomischer wie in cytologischer Hinsicht finden. Beim Durchlesen dieser Arbeit schienen mir aber die geschilderten Vorgänge bei den Kernteilungen im Vergleich mit den Kernteilungsvorgängen anderer genauer untersuchter Florideen ziemlich eigentümlich, und eine Nachprüfung schien mir deshalb sehr erwünscht. Leider steht mir aber für eine solche Nachprüfung Material von Gr. bornetiana nicht zur Verfügung, wohl aber Material von einer anderen naheverwandten Art derselben Gattung, nämlich Gr. corallina (Lightf.) Ag.; ich werde im folgenden die Ergebnisse einer anatomischen und cytologischen Untersuchung dieser Alge mitteilen.

Gr. corallina ist an der schwedischen Westküste nur von einigen wenigen Lokalitäten bekannt. In der Nähe der zoologischen Station Kristineberg, wo das Material dieser Untersuchung eingesammelt worden ist, kenne ich zwei Lokalitäten, nämlich Skar und Strömmarna. An der letzteren dieser Lokalitäten, die ziemlich nahe bei Kristineberg liegt, habe ich Ende Juli dieses Jahres (1915) mein Material eingesammelt. Die Alge kommt dort aber ziemlich spärlich vor, und von den eingesammelten Exemplaren waren die meisten tetrasporangientra-

gend. Nur zwei männliche und zwei weibliche Individuen wurden erbeutet. Die tetrasporangientragenden Individuen sind demnach zahlreicher als die geschlechtlichen. Dieselbe Beobach-

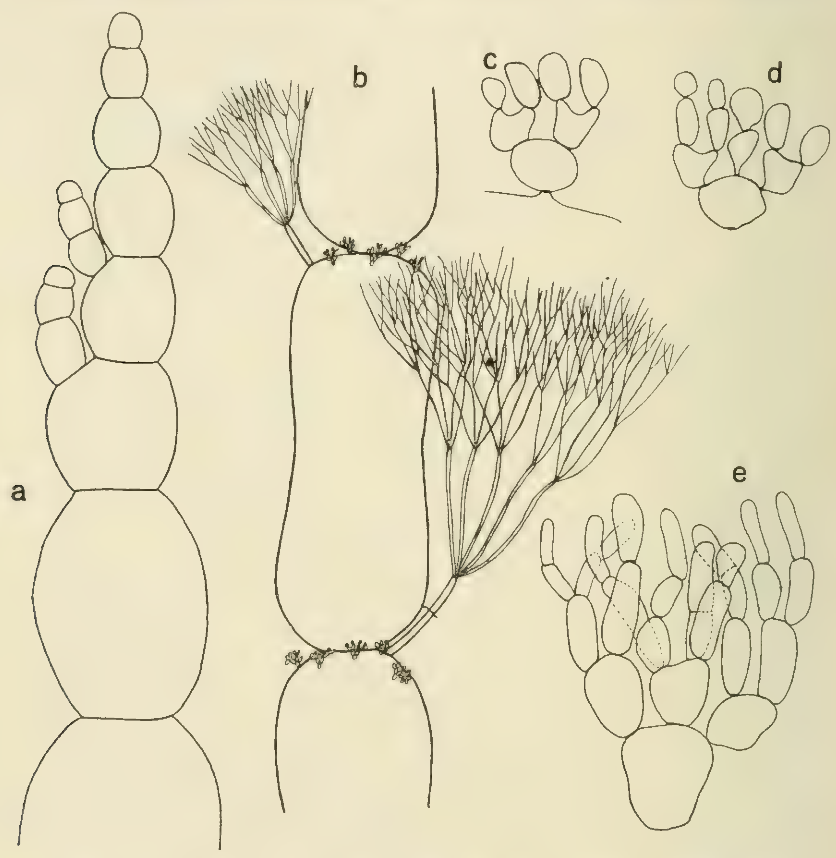


Fig. 1. a Spitze eines Langtriebes mit zwei jungen Langtrieben; b Zellen aus einem Langtriebe mit verzweigten Kurztrieben und verzweigten Haaren; c—d Junge Kurztriebe; e Kurztriebe in entwickeltem Zustande. Vergr.: a 65mal; b 30mal; c—e 520mal.

tung ist von Lewis (1909, S. 640) in bezug auf Gr. bornetiana gemacht worden.

Als Fixierungsflüssigkeit wurde die schwächere Flemmingsche Lösung gebraucht, und die Thallusteile wurden darin etwa eine Stunde liegen gelassen. Die Objekte sind in 4 μ

dicke Schnitte zerlegt worden. Für die Färbung habe ich Heidenhains Eisenhämatoxylinmethode benutzt. Daneben wurden die Schnitte bisweilen mit Lichtgrün gefärbt. Für die anatomische Untersuchung sind auch in der Flemmingschen Lösung fixierte und in Glyzerin eingelegte Thallusteile benutzt worden.

1. Sproßaufbau.

Durch die Angaben älterer Forscher ist der anatomische Aufbau der Sprosse der Griffithsia-Arten schon gut bekannt und in Oltmanns Arbeit (Morphologie und Biologie der Algen), S. 587 bis 588, finden wir neben einer guten Abbildung die wichtigsten Tatsachen in bezug auf den anatomischen Aufbau dieser Algen zusammengestellt. Mit ein paar Worten möchte ich aber den Sproßaufbau von Gr. corallina beleuchten.

Die Langtriebe bestehen aus Zellreihen mit sehr großen Zellen, die in den unteren Teilen des Thallus 4 bis 5 mm lang und 1 bis 2 mm breit sind. Die Verzweigung ist ziemlich spärlich. Die Seitentriebe werden immer seitlich angelegt (Fig. 1 a und 4 a), entwickeln sich aber ebenso kräftig wie die Hauptsprosse, weshalb die Sproßsysteme im Alter Gabelhabitus annehmen.

Die Zellen der Langtriebe tragen unmittelbar unter der oberen Querwand mehrere verzweigte Kurztriebe. In der Fig. 1 b bis e sind solche Kurztriebe abgebildet. Außer diesen Kurztrieben sind auch mehrzellige, kandelaberförmig verzweigte Haare vorhanden. Sie bestehen im allgemeinen aus 4 bis 5 Etagen, und sind am ehesten mit Kurztrieben vergleichbar, deren Zellen sich sehr kräftig in die Länge gestreckt haben (vgl. Fig. 1 b). Die Zellen der Langtriebe tragen ein oder mehrere solche Haare.

2. Vegetative Zell- und Kernteilungen.

Es ist bei den Florideen eine allgemeine Erscheinung, daß die älteren Zellen mehrkernig sind; die jüngeren Zellen sind dagegen typisch einkernig. Die Langtriebzellen der Griffithsia-Arten stellen eine Ausnahme von dieser Regel dar, indem sie schon von vornherein mehrkernig sind. Bei Gr. bornetiana besitzen die jungen Scheitelzellen nach Lewis (1909, S. 644),

12 bis 15 bis 50 oder sogar 75 Zellkerne, die subterminalen Zellen 100 bis 500, ältere Zellen 3000 bis 4000 Kerne.

In der Scheitelzelle eines Langtriebes bei Gr. corallina kündigt sich der Anfang einer Zellteilung dadurch an, daß das Protoplasma sich in dem oberen Teile der Zelle anzuhäufen beginnt (Fig. 2a). Es sammelt sich dort eine reichliche Menge Protoplasma und mehrere Kerne. Dann bildet sich an der Zell-

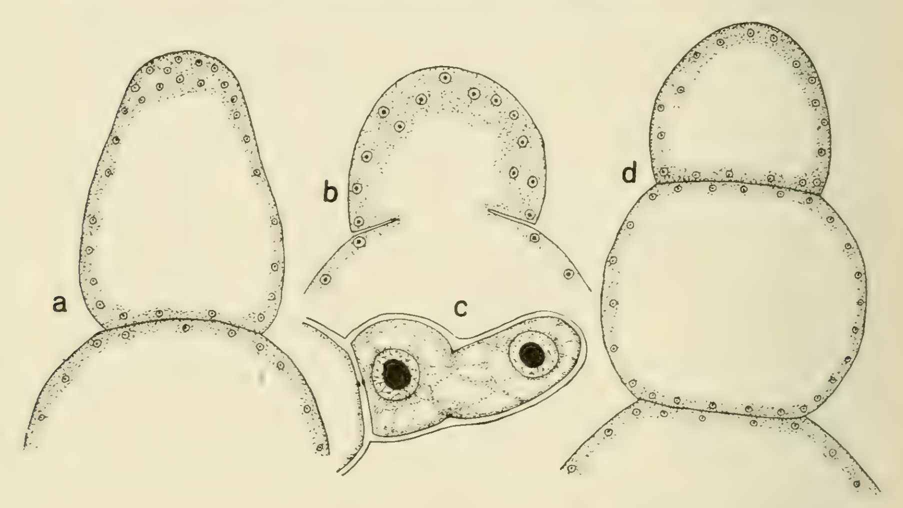


Fig. 2. a Scheitelzelle in Vorbereitung zur Zellteilung; b Scheitelzelle eines Langtriebes in Teilung; c Scheitelzelle eines Kurztriebes in Teilung; d Spitze eines Langtriebes. Vergr.: a 370mal; b 570mal; c 2000mal, d 370mal.

wand etwas unterhalb der Spitze der Zelle eine ringförmige Anschwellung (Fig. 3b), welche sich nach innen vergrößert (Fig. 2b) und schließlich eine neue Zelle abscheidet. Diese neue Zelle enthält im allgemeinen mehr als 50 Kerne. Sie vergrößert sich rasch und dabei vermehrt sich auch die Zahl der Kerne bedeutend. Die abgeschnittene Segmentzelle zeigt einen kräftigen Zuwachs und eine damit im Zusammenhang stehende große Vermehrung ihrer Kerne. Ältere Kerne besitzen mehrere tausend Zellkerne.

Die Anlagen der Kurztriebe sind immer einkernig. Die Zelle eines Langtriebes bildet in der Nähe ihrer oberen Querwand einen kleinen Auswuchs, in welchen ein Zellkern hineinwandert.

Der Auswuchs wird durch eine Zellwand von der Mutterzelle abgetrennt, und stellt dann die Anlage eines Kurztriebes dar.

In den Scheitelzellen der Kurztriebe ist die Kernteilung immer von einer Zellteilung begleitet. Die neue Querwand bildet sich in Form einer ringförmigen Wandverdickung, welche sich nach innen vergrößert und schließlich die Zelle in zwei zerlegt (Fig. 2c). Die Zellen der Kurztriebe sind demnach primär einkernig; sie werden aber bald mehrkernig.

Die Haare entwickeln sich in derselben Weise wie die Kurztriebe. Ihre Zellen sind demnach primär einkernig, werden aber sekundär immer mehrkernig.

Die Kerne der Langtriebe sind sehr klein, nur etwa 3 μ im Durchmesser. In den Scheitelzellen sind sie unbedeutend größer, etwa 3,5 μ. In den Zellen der Kurztriebe sind die Kerne, während die Zellen noch einkernig sind, etwa 4 μ im Durchmesser, aber in den mehrkernigen Zellen nur etwa 3 μ.

Im Zellkern finden wir während des Ruhestadiums einen deutlichen, ziemlich großen Nucleolus und ein Netzwerk mit mehr weniger zahlreichen, kleinen Chromatinkörnchen. Die Zahl der Chromatinkörnchen wechselt von Zelle zu Zelle. Bisweilen findet man nur wenige, dann aber etwas größere Körnchen, bisweilen sind die Körnchen sehr zahlreich, und in diesem Fall sehr klein. Wo wir nur wenige aber größere Körnchen finden, steht dies, wie ich glaube, damit im Zusammenhang, daß sich die Chromatinkörnchen unter dem Einfluß der Fixierungsflüssigkeit in Klümpchen zusammengeballt haben.

Man kann sogar beobachten, daß die ganze Chromatinmenge sich mit dem Nucleolus zusammengeballt hat, und es scheint dann, als ob der Kern des Netzwerks und der Chromatinkörnchen entbehre. Solche schlecht fixierten Kerne findet man bisweilen in den Scheitelzellen, seltener in den älteren Zellen. — Einige Ruhekerne sind auf der Tafel I, Fig. 1 und 2, abgebildet worden; die drei kleineren Kerne, Fig. 1, sind Kerne aus einer subterminalen Zelle, die zwei etwas größeren Kerne, Fig. 2, stammen aus den einkernigen Zellen eines jungen Kurztriebes. Alle Kerne sind aus einer weiblichen Pflanze. Da die Chromatinkörnchen miteinander leicht zusammengeballt werden, läßt es sich nicht sicher entscheiden, ob die Kerne der tetrasporangientragenden Pflanzen

(die diploiden Kerne) mehr Chromatinkörnchen enthalten als die der geschlechtlichen Pflanzen (die haploiden Kerne).

In den Prophasenstadien der somatischen Kernteilung findet man, daß das Kernnetz nach und nach verschwindet und die Chromatinkörnchen sich vergrößern, wobei eine Verschmelzung von mehreren wahrscheinlich auch eine Rolle spielt. In den späten Prophasenstadien enthält der Kern einen deutlichen Nucleolus und eine Anzahl Chromosomen, die sich sehr distinkt färben lassen, deren Zahl aber wegen der Kleinheit der Kerne nicht mit Sicherheit zu bestimmen ist. Es ist leicht zu beobachten, daß die Kerne der tetrasporangientragenden Pflanze mehr Chromosomen enthalten als die der geschlechtlichen Pflanzen und so weit es sich bei der Untersuchung der Diakinesenstadien der Reduktionsteilung hat bestimmen lassen, ist die haploide Chromosomenzahl 20 und die diploide also 40. — In Fig. 3, Taf. I, ist eine späte Prophase eines Zellkerns aus einer weiblichen Pflanze abgebildet worden. — Zellkern und Nucleolus vergrößern sich ein wenig während der Prophasenstadien.

Beim Übergang zur Metaphase verschwindet die Kernmembran, und man sieht die Kernspindel frei in dem körnigen Cytoplasma liegen. Das Cytoplasma der Kernspindel scheint sehr homogen zu sein und die Polfasern treten nur schwach hervor. In Fig. 4 bis 6, Taf. I, sind Metaphasen-, Anaphasen- und Telophasenstadien der somatischen Kernteilung abgebildet worden.

Die somatischen Kernteilungen bei Gr. corallina verlaufen in ganz derselben Weise wie bei Rhodomela virgata, welche Alge ich bei einer früheren Gelegenheit untersucht habe, und nach den Angaben von Svedelius (1911) gehen die somatischen Kernteilungen bei Delesseria sanguinea nach demselben Schema von statten. Die Kernteilungsvorgänge bei Polysiphonia violacea stimmen nach den Angaben von Yamanouchi (1906) auch mit denjenigen dieser drei Algen überein, nur in einem Punkte soll eine Verschiedenheit vorhanden sein. Nach Yamanouchi ist nämlich die Kernspindel bei Polysiphonia violacea intranucleär, bei den übrigen drei Arten liegt sie aber stets frei im Cytoplasma (vgl. die Angaben von Kylin, 1914, S. 40—41). Es ist besonders bemerkenswert, daß

die haploide Chromosomenzahl aller dieser vier Florideen 20 beträgt.

Bei Gr. bornetiana sollen die Kernteilungsvorgänge dagegen auf eine ganz andere Weise verlaufen. Nach Lewis (1909, S. 640) ist das Chromatin während des Ruhestadiums mit dem Nucleolus zu einem Chromatinnucleolus (Karyosome) vereinigt. Nur eine geringe Menge des Chromatins kann möglicherweise in dem peripheren Netzwerk vorhanden sein. Lewis schreibt (a. a. O.): »The nuclei are throughout their history very poor in linin. The chromatin of the resting nucleus is not, therefore, distributed on a linin reticulum, but is contained in a centrally placed, homogeneous nucleolus, or karyosome. It seems possible that a small amount of chromatin is distributed on the peri-phered linin network, but the bulk of it is certainly in the nucleolus«.

In den Prophasenstadien der Kernteilungen wandert nach Lewis das Chromatin aus dem Nucleolus heraus. Diese aus-gewanderten Körnchen, von denen mehrere miteinander ver-schmelzen können, bilden sich schließlich in Chromosomen um. Lewis schreibt: »The chromatin continues to pass out of the nucleolus until the whole chromatin content is distributed through the nuclear cavity in form of granules some of which are connected with one another by linin threads. The number of these granules seems in every case examined to be more than twice the number of chromosomes, and in some instances the granules become much more numerous. The granules now approach the centre of the nucleus, at the same time becoming fewer in number, probably by the fusion of separate granules.«

Meiner Meinung nach können die Angaben von Lewis nicht richtig sein. Freilich habe ich nicht Gelegenheit gehabt, Gr. bornetiana zu untersuchen, ich finde es aber nicht wahrschein-lich, daß größere Verschiedenheiten in den Kernteilungen der beiden Griffithsia-Arten, Gr. bornetiana und Gr. coral-lina, vorhanden sind. In diesem Zusammenhang will ich darauf hinweisen, daß die Kernteilungsvorgänge bei Gr. corallina vollkommen mit denen zweier anderer Florideen, Delesseria sanguinea und Rhodomela virgata, übereinstimmen. Die in mehreren Hinsichten merkwürdigen Angaben von Lewis

beruhen wahrscheinlich darauf, daß die Zellkerne bei Gr. bornetiana den Fixierungsflüssigkeiten gegenüber sehr empfindlich sind, und deshalb schlecht fixiert werden. Es kann auch bei Gr. corallina passieren, daß die Kerne schlecht fixiert werden, und sie können dann ein Aussehen bekommen, welches mit den von Lewis gegebenen Abbildungen übereinstimmt.

Lewis behauptet (1909, S. 648), daß die haploide Chromosomenzahl bei Gr. bornetiana 7 sei. Es scheint mir aber unwahrscheinlich, daß Lewis wegen der schlechten Fixierung seines Materials die Chromosomenzahl nicht bestimmen konnte. Gr. corallina besitzt 20 haploide Chromosomen, und ebensoviele kommen bei den näher untersuchten Florideen Polysiphonia violacea, Delesseria sanguinea, Nitophyllum punctatum und Rhodomela virgata vor. Nach Wolfe (1904) besitzt Nemalion wahrscheinlich acht haploide Chromosomen, doch ist hierbei zu bemerken, daß Nemalion der Tetrasporen entbehrt, und demnach in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht einer ganz anderen Reihe angehört, als die übrigen hier erwähnten Florideen, bei welchen Tetrasporen vorkommen.

Nach Lewis (1909. S. 646) ist die Kernspindel bei Gr. bornetiana intranucleär, bei Gr. corallina liegt sie aber, soweit ich habe finden können, immer frei im Cytoplasma

Schließlich möchte ich auch erwähnen, daß die Kernteilungen in den mehrkernigen Zellen bei Gr. corallina annähernd gleichzeitig stattfinden, oder wenigstens teilen sich diejenigen Kerne, die in der Nähe voneinander liegen, gleichzeitig. Diese Erscheinung ist auch von Lewis (1909, S. 645) in bezug auf Gr. bornetiana beobachtet.

3. Die Entwicklung der Prokarpien bis zur Befruchtungsreife.

Es bietet keine besonderen Schwierigkeiten dar, die Entwicklung der Prokarpien der Griffithsia-Arten zu verfolgen, und zu dem, was in der Literatur schon bekannt ist, ist nur wenig Neues hinzuzufügen. Die ältesten Angaben sind von Nägeli (1861, S. 396) gemacht worden. Dann sind die Prokarpien von Janczewski (1876, S. 122), Farlow (1879, S. 132),

Schmitz (1883, S. 236), Smith (1896, S. 35), Phillips (1897, S. 357) und jüngst von Lewis (1909, S. 656) untersucht worden.

Die Anlage eines weiblichen Kurztriebes besteht aus einer kleinen, mehrkernigen Zelle, die von der Scheitelzelle eines Langtriebes abgespalten wird (Fig. 3 a). Diese Anlage wird aber bald dadurch seitlich verschoben, daß ihre Mutterzelle eine neue, vegetative Zelle hervortreibt (Fig. 3 b und 4 a), welche sich in die Richtung des Langtriebes einstellt (Fig. 3 c). Dann scheidet

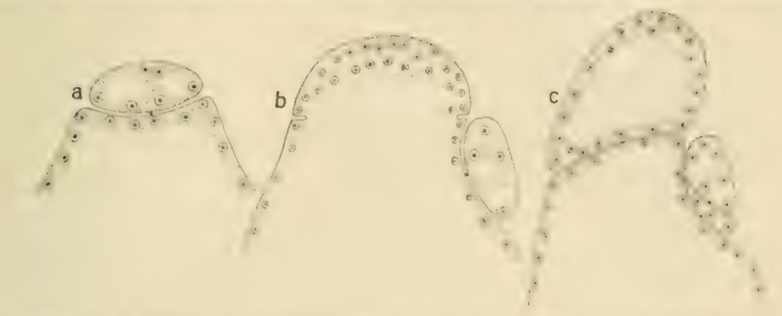


Fig. 3. a Spitze eines Langtriebes mit der Anlage eines weiblichen Kurztriebes; b Die Anlage des weiblichen Kurztriebes zur Seite geschoben; c Der weibliche Kurztrieb ist zweizellig. Vergr.: a 390 mal; b 430 mal; c 390 mal.

die Anlage des weiblichen Kurztriebes nach unten zwei Segmentzellen ab, und der Kurztrieb ist jetzt aus drei Zellen zusammengesetzt. Diese Zellen nenne ich, von unten nach oben gerechnet, die erste, zweite und dritte Zentralzelle (Fig. 4 b).

Die dritte Zentralzelle teilt sich in allgemeinen nicht weiter nur selten spaltet sie nach oben eine kleine Zelle ab. Die zweite Zentralzelle stellt die fertile Zentralzelle dar. Von der ersten Zentralzelle entwickeln sich nach der Befruchtung des Karpogons die Schutzzellen.

Die fertile Zentralzelle bildet drei Perizentralzellen; zuerst eine nach hinten (Fig. 4 c), dann je eine nach rechts und links. Die erstere teilt sich im allgemeinen nicht mehr, die beiden anderen scheiden dagegen je eine Zelle ab (Fig. 4 d). Die fertile Zentralzelle trägt demnach jetzt drei Ästchen, ein einzelliges nach hinten, rechts und links je ein zweizelliges. Die Karpogon-

äste entwickeln sich von den Basalzellen der zweizelligen Ästchen, die demnach die Tragzellen der Karpogonäste darstellen (Fig. 4 e).

Die Karpogonäste entwickeln sich in folgender Weise. Die Tragzelle scheidet schief nach unten und innen eine Zelle ab (vgl. Fig. 4 e), die rasch an Größe zuwächst, drei Segmentzellen bildet, und demnach ein vierzelliges Ästchen, den Karpogonast, erzeugt. Dieses Ästchen krümmt sich längs seiner Tragzelle nach oben und außen; die Scheitelzelle entwickelt sich zum Karpogon, welches in entwickeltem Zustande eine lange dünne, nach außen gerichtete Trichogyne trägt.

In Fig. 4 f ist ein befruchtungsreifes Prokarp, von der Seite gesehen, abgebildet worden. Jeder weibliche Kurztrieb trägt zwei Prokarpien, was aus der Fig. 4 g zu sehen ist.

Die weiblichen Kurztriebe werden bei Gr. bornetiana in derselben Weise wie bei Gr. corallina angelegt, und bestehen bei beiden Arten aus drei zentralen Zellen. Die fertile (zweite) Zentralzelle scheidet aber bei Gr. bornetiana, nach den Angaben von Smith (1896) und Lewis (1909) zu urteilen, nur zwei perizentrale Zellen ab, die den lateralen Perizentralzellen bei Gr. corallina entsprechen. Jede dieser Zellen kann dann eine neue Zelle abscheiden, und die fertile Zentralzelle trägt demnach bei Gr. bornetiana zwei zweizellige (oder bisweilen einzellige) Seitenäste. Das dorsale, einzellige Ästchen, welches bei Gr. corallina vorkommt, fehlt bei Gr. bornetiana. Nach einer Angabe von Farlow (1879, S. 132) scheint aber dieses dorsale Ästchen bisweilen auch bei Gr. bornetiana vorhanden zu sein.

Nur die eine der beiden Perizentralzellen entwickelt bei Gr. bornetiana einen Karpogonast. Der weibliche Kurztrieb trägt demnach bei Gr. bornetiana nur ein Prokarp, bei Gr. corallina dagegen zwei.

Es erübrigt noch, die Kernverhältnisse der weiblichen Kurztriebe bei Gr. corallina mit einigen Worten zu besprechen. Wie schon oben erwähnt, ist die Anlage des weiblichen Kurztriebes schon von vornherein mehrkernig. Aus dieser Anlage entstehen in erster Linie die drei Zentralzellen; auch diese sind von vornherein mehrkernig. Die von der fertilen Zentralzelle gebildeten Perizentralzellen sind von Anfang an

Fig. 4. Die Entwicklung des Prokarps und die Gonimoblasten.
a Scheitelzelle mit der Anlage eines weiblichen Kurztriebes, die subterminale Zelle trägt eine Anlage eines Langtriebes; **b—d** Entwicklungsstadien des weiblichen Kurztriebes; **e** Tragzelle (**trz**) mit vierzelligem Karpogonast; **f** Befruchtungsreifes Prokarp von der Seite; **g** Dasselbe von innen; **h** Befruchtetes Prokarp, Auxiliarzelle (**az**) ist abgespalten; **i** Dasselbe von innen; **k** Junger Gonimoblast; **l** Karpogon und Auxiliarzelle in Verbindung miteinander; **zz** Zentralzelle; **pz** Perizentralzelle; **stz** sterile Zelle. Vergr.: **a** 220mal; **b—l** 570mal.

einkernig, doch scheint es mir nicht ausgeschlossen zu sein, daß sie in Ausnahmefällen schon von Anfang an zweikernig sein können. Unter allen Umständen werden sie aber sehr bald mehrkernig. Die Zellen des Karpogonastes sind alle in jüngeren Entwicklungsstadien einkernig, die erste Zelle (die unterste) wird aber bald mehrkernig, die zweite Zelle wird im allgemeinen vierkernig und die dritte zweikernig.

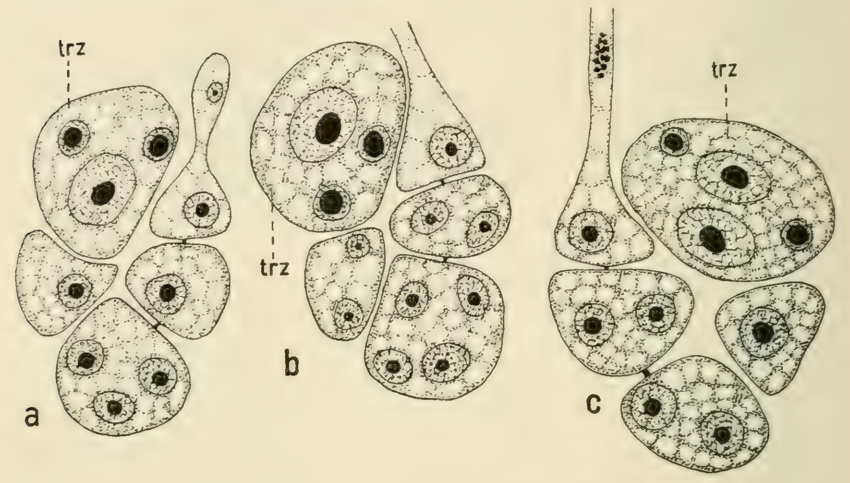


Fig. 5. a Junges Prokarp; b Befruchtungsreifes Prokarp; c Prokarp mit männlichem Kern im unteren Teil der Trichogyne. Verg.: 1200 mal.

Die vierte Zelle des Karpogonastes entwickelt sich zum Karpogon. Dieses enthält anfänglich nur einen Kern, den primären Karpogonkern. Wenn sich aber die Trichogyne zu entwickeln beginnt, teilt er sich und erzeugt zwei neue Kerne. Von diesen wandert der eine in die Trichogyne hinauf und stellt den Trichogynkern dar, der andere, welcher im Karpogone liegen bleibt, ist der definitive Karpogonkern oder der Eikern (Fig. 5 a). Der Trichogynkern, der kleiner als der Eikern ist, wird bald aufgelöst, und die ausgebildete Trichogyne scheint kernlos zu sein.

Das Karpogon der Florideen scheint oft zweikernig zu sein. Die Zweikernigkeit wurde zuerst von Davis (1896) bei Batrachospermum nachgewiesen. Dann beobachtete Wolfe die Zweikernigkeit bei Nemalion, und später ist dieselbe Er-

scheinung von Yamanouchi für Polysiphonia violacea, von Svedelius für Delesseria sanguinea und von Kylin für Rhodomela virgata beschrieben worden. Dagegen hat Lewis nicht entscheiden können, ob das Karpogon bei Gr. bornetiana zweikernig ist oder nicht,

Schon oben wurde erwähnt, daß die Tragzelle des Karpogonastes bei Gr. corallina anfänglich einkernig ist, daß sie aber bald mehrkernig wird. Von den Kernen vergrößert sich dann aber einer sehr bedeutend, die übrigen bleiben dagegen klein und scheinen schließlich zu degenerieren. In der Tragzelle des befruchtungsreifen Prokarps findet man deshalb einen großen und mehrere kleine Zellkerne (Fig. 5 b) Bei Gr. bornetiana sind nach den Angaben von Lewis in den Tragzellen des befruchtungsreifen Prokarps ebenfalls ein großer und mehrere kleine Zellkerne vorhanden.

4. Die Entwicklung des Prokarps nach der Befruchtung.

Die Befruchtung ruft eine weitere Entwicklung des Prokarps hervor. Ein Befruchtungsstadium ist in Fig. 5 c abgebildet; man sieht eben den männlichen Kern im unteren Teile der Trichogyne. Eine Kernmembran scheint zu fehlen, und der Kern besteht aus mehreren Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. Diese Körnchen sind schon im Kern des reifen Spermatiums vorhanden (vgl. näher S. 114). Befruchtungsstadien, die mit den von mir für Gr. corallina abgebildeten übereinstimmen, sind von Yamanouchi (1906, Taf. 24, Fig. 108) für Polysiphonia violacea und von Svedelius (1914, Fig. 16) für Delesseria sanguinea abgebildet worden.

In Fig. 5 c beobachtet man, daß die Tragzelle des Karpogonastes zwei große Zellkerne enthält. Dies deutet darauf hin, daß eine Kernteilung stattgefunden hat. Diese Kernteilung, die mit der Befruchtung im Zusammenhang steht, tritt nie ein wenn die Befruchtung ausbleibt. Nach der Kernteilung scheidet die Tragzelle eine neue Zelle ab. Diese neue Zelle stellt die Auxiliarzelle dar (Fig. 4 h und 4 i). Die Tragzelle ist demnach Auxiliarmutterzelle: die Auxiliarzelle wird aber erst nach der Befruchtung abgeschieden.

Nach dem Abscheiden der Auxiliarzelle entsteht eine Ver-

bindung zwischen dieser Zelle und dem Karpogon. Diese Verbindung ist in der Fig. 41 abgebildet worden. Wie man sieht, ist das Karpogon ungeteilt und die Verbindung bildet sich dadurch, daß die Wand zwischen dem Karpogon und der Auxiliarzelle aufgelöst wird. Durch die so gebildete Öffnung kann ein der Befruchtung zufolge entstandener, diploider Sporophytenkern von dem Karpogon nach der Auxiliarzelle hinüberwandern.

Die Fusion zwischen Karpogon und Auxiliarzelle findet demnach bei Gr. corallina auf dieselbe Weise wie bei Rodomela virgata statt (vgl. Kylin, 1914, S. 48). Bei dieser Alge konnte ich aber nachweisen, daß sich der befruchtete Eikern schon im Karpogon zu teilen begann. Es ist wahrscheinlich, daß sich Gr. corallina in dieser Hinsicht wie Rhodomela verhält; ich habe dies aber nicht beobachtet. In bezug auf Literaturangaben möchte ich auf meine frühere Arbeit hinweisen.

Das Abscheiden der Auxiliarzelle und die Verbindung derselben mit dem Karpogon bei Gr. corallina sind schon in vollkommen richtiger Weise von Phillips (1897) beschrieben und abgebildet worden.

Gr. bornetiana unterscheidet sich nach den Angaben von Lewis von Gr. corallina in bezug auf die Bildung der Auxiliarzelle. Die Tragzelle des Karpogonastes soll nämlich bei Gr. bornetiana keine besondere Auxiliarzelle abscheiden, sondern selbst als solche dienen, und das Karpogon würde demnach mit der Tragzelle, nicht mit einer nach der Befruchtung besonders abgespalteten Auxiliarzelle fusionieren. Eine Bestätigung scheint mir aber notwendig, ehe man diese Angaben als richtig anerkennen kann; die Abbildungen von Lewis erlauben keine sicheren Schlußfolgerungen.

5. Die Entwicklung der Cystokarpien.

Jeder weibliche Kurztrieb trägt, wie schon oben erwähnt wurde, zwei Prokarpien. Diese können beide befruchtet werden und beide können auch Gonimoblasten entwickeln. Der Kurztrieb trägt dann zwei Gonimoblasten. Nicht selten beobachtet man aber, daß nur das eine der Prokarpien befruchtet wird und sich weiter zu einem Gonimoblasten entwickelt.

Nach dem Hinüberwandern des Sporophytenkerns von dem Karpogon zur Auxiliarzelle degeneriert der Karpogonast, seine Zellen werden nach und nach aufgelöst und verschwinden

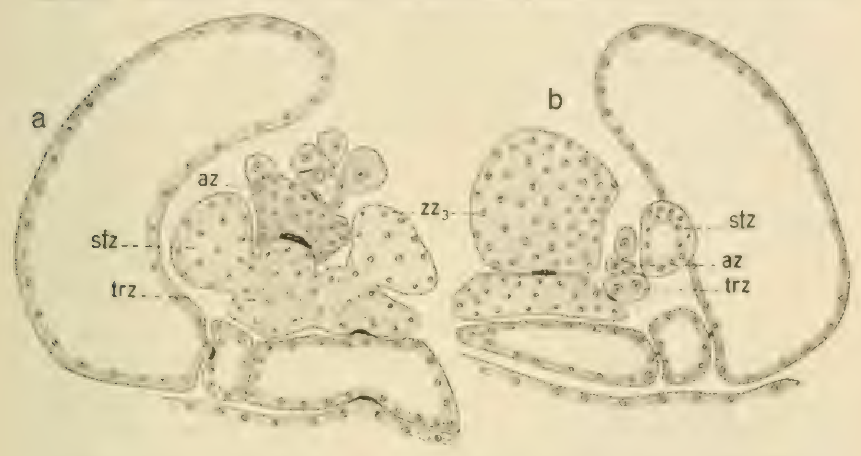


Fig. 6. Junge Gonimoblasten; in **b** ist die erste Teilung der Auxiliarzelle von statten gegangen. Vergr.: 370mal. (Vgl. mit Fig. 4).

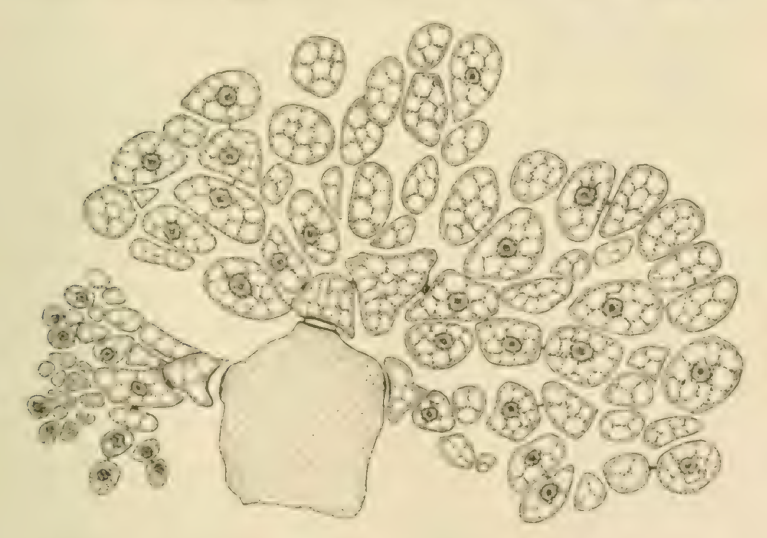


Fig. 7. Auxiliarzelle mit drei Gonimoloben. Vergr.: 240mal.

schließlich vollkommen. Die Auxiliarzelle schickt sich dagegen zur Teilung an, und in Fig. 6 b sehen wir, daß die erste Teilung stattgefunden hat. Diese neue Zelle stellt die Anlage eines

Gonimoloben dar. Sie teilt sich schnell weiter und erzeugt ein Zweigbüschelchen, dessen meiste Zellen sich zu Karposporen umbilden (Fig. 4 k, 6 a und 7). Nur die untersten Zellen bleiben steril.

Wie aus den Abbildungen Fig. 6 a und 4 k hervorgeht, fährt die Auxiliarzelle fort, neue Zellen abzuscheiden. Jede dieser Zellen stellt die Anlage eines Gonimoloben dar, und der Gonimoblast wird schließlich von mehren Gonimoloben zusammengesetzt (vgl. Fig. 7).

Die Karposporen sind immer einkernig. Sie enthalten eine reichliche Menge Florideenstärke, aber nur verhältnismäßig geringe Mengen protoplasmatischer Bestandteile.

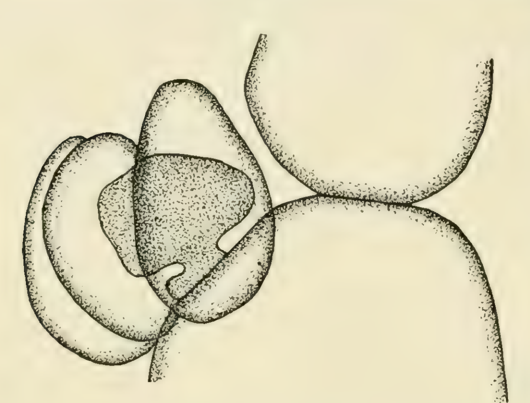


Fig. 8. Gonimoblast mit Schutzzellen. Vergr.: 100 mal.

Während der Entwicklung des Gonimoblasten vergrößern sich alle Zellen des weiblichen Kurztriebes sehr bedeutend. Die Tüpfelverbindung zwischen der fertilen Zentralzelle und der Tragzelle wird erweitert und die beiden Zellen verschmelzen schließlich beinahe miteinander. Ebenso werden die Tüpfelverbindungen zwischen der Tragzelle und ihrer sterilen Seitenzelle, und zwischen der dritten und der zweiten (der fertilen) Zentralzelle erweitert, dann zwischen der zweiten und der ersten Zentralzelle, und zwischen der ersten Zentralzelle und derjenigen Zelle des Langtriebes, welche den weiblichen Kurztrieb trägt. Diese vergrößerten Verbindungen zielen selbstverständlich darauf ab, den in Entwicklung begriffenen Gonimoblasten mit reichlicher Nahrung zu versehen. — Alle erwähnten Zellen sind mit einer reichlichen Menge kleiner Zellkerne versehen.

In demselben Maße wie die oben erwähnten Zellen vergrößert sich auch die Auxiliarzelle und füllt sich mit einem besonders reichen Inhalt. Sie wird ebenfalls mehrkernig; die

Kerne stammen von dem eingewanderten Sporophytenkern her. Die Tüpfelverbindung mit der Tragzelle erweitert sich nach und nach, und die Auxiliarzelle verschmilzt schließlich mehr oder weniger vollständig mit der Tragzelle.

Unmittelbar nach der Befruchtung beginnen die Schutzzellen sich zu entwickeln. Sie werden von der ersten Zentralzelle (der Basalzelle) des weiblichen Kurztriebes ausgebildet und bestehen aus zwei Zellen, einer unteren kleineren, und einer oberen größeren. Die obere Zelle ist die eigentliche Schutzzelle, die untere stellt eine Verbindungszelle zwischen der Schutzzelle und der Basalzelle des Kurztriebes dar (vgl. Fig. 6). Im allgemeinen sind 5 bis 7 Schutzzellen vorhanden.

6. Die Entwicklung der Spermatien.

Die Spermatangien werden an besonderen reich verzweigten Zweigbüschelchen ausgebildet, die in großer Menge zwischen zwei Langtriebzellen zusammengedrängt sitzen. Sie werden von einer Langtriebzelle in derselben Weise wie ein steriler Kurztrieb ausgebildet. Die unteren Zellen der männlichen Kurztriebe sind mehrkernig, die oberen dagegen einkernig.

Die Scheitelzellen des entwickelten männlichen Kurztriebes (Fig. 9) stellen die Spermatangienmutterzellen dar, welche 2 bis 3 Spermatangien abschnüren.

Auf der Taf. I, Fig. 7, habe ich eine Spermatangienmutterzelle mit zwei Spermatangien abgebildet.

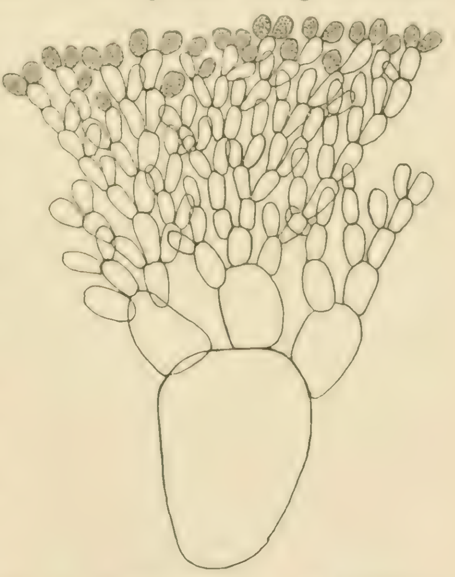


Fig. 9. Zweigbüschelchen mit Spermatangien. Vergr.: 780mal.

Das obere der beiden Spermatangien ist noch nicht reif, das untere dagegen reif. Im unreifen Spermatangium befindet sich der Kern im Ruhestadium. Man beobachtet ein Kernnetz mit Chromatin-

körnchen und einem kleinen Nucleolus; der Kern liegt im oberen Teil des Spermatangiums. Bald treten aber Veränderungen im Aussehen des Kerns ein, und es scheint, als ob der Kern sich zu einer Kernteilung anschickte. Der Kern scheint die früheren Prophasenstadien, die zu einer Teilung gehören, durchzumachen, bleibt aber auf einem späteren Prophasenstadium stehen, und tritt nicht in die Metaphase ein. Das Spermatium ist jetzt fertig, entlassen zu werden. Der Kern liegt noch im oberen Teil des Spermatangiums, in dessen unterem Teil wir eine Vakuole finden.

Die Entlassung findet dadurch statt, daß die Wand des Spermatangiums oben zerquillt, und daß der ganze Inhalt durch das so gebildete Loch als eine nackte Protoplasmamasse heraustritt. Nach der Entlassung rundet sich das Spermatium ab und wird mit einer dünnen Zellwand umgeben.

In Fig. 8, Taf. I, ist ein entlassenes Spermatium abgebildet worden. Der Kern zeigt in diesem Stadium eine Menge Körnchen, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben, und deshalb sehr deutlich hervortreten. Sie sind durch sehr zarte Fäden miteinander verbunden. Die Zahl der Körnchen ist wegen der Kleinheit des Kerns nicht sicher bestimmbar; sie beträgt aber etwa 20, die haploide Chromosomenzahl. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Körnchen Chromosomen darstellen, welche während derjenigen Prophasenstadien auftreten, die der Spermatienkern durchmacht, bevor das Spermatium zur Reife gelangt. Die Körnchen sind im Spermatienkern, während dieser die Trichogyne durchwandert, noch zu sehen (Fig. 5c).

Die Spermatien entwickeln sich bei Gr. corallina in vollkommen derselben Weise wie bei Rhodomela virgata, deren Spermatienentwicklung ich bei einer früheren Gelegenheit beschrieben habe. In bezug auf Literaturangaben verweise ich auf meine frühere Arbeit über Rhodomela virgata.

Bei einigen Florideen sollen die Spermatien, nachdem sie sich an die Trichogyne angeklebt haben, zweikernig werden, während sie aber im Moment der Entlassung aus dem Spermatangium immer einkernig sind. Einschlägige Angaben werden von Schmidle (1899) in bezug auf Batrachospermum und von Wolfe (1904) in bezug auf Nemalion gegeben. Nach Yamanouchi (1906) findet aber bei Polysiphonia eine solche

Teilung des Spermatienkerns nicht statt, und soweit ich habe finden können, verhält sich Gr. corallina in dieser Beziehung wie Polysiphonia. Oben ist aber darauf hingewiesen worden, daß es scheint, als ob der Spermatienkern bei Griffithsia sich zu einer Kernteilung anschickte, daß er aber auf einem späteren Prophasenstadium stehen bleibt. Die Kerne der Spermatien bei den näher untersuchten Florideen Polysiphonia, Delesseria und Rhodomela verhalten sich in dieser Beziehung wie Griffithsia. Es scheint also, als ob die Teilung des Spermatienkerns, die bei den niedrigeren Florideen (Batrachospermum und Nemalion) stattfinden, bei den höheren nur in Form einiger Prophasenstadien angedeutet, nicht aber durchgeführt wird. Es möge indessen erwähnt werden, daß eine Kernteilung in den entlassenen Spermatien bei Batrachospermum und Nemalion nicht von allen Forschern beobachtet worden ist (vgl. die Angaben von Kurssanow, 1909, S. 315). Die Kernteilungen treten vielleicht nicht so regelmäßig ein, vielleicht sind sie von diesen Forschern übersehen worden. Nach den Abbildungen von Schmidle und Wolfe scheint es mir aber sichergestellt, daß eine Kernteilung im Spermatium wenigstens unter gewissen Bedingungen auftreten kann.

Die cytologischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Spermatien bei Gr. bornetiana sind von Lewis nicht beschrieben worden. In anatomischer Hinsicht gibt es einige Verschiedenheiten, indem die männlichen Kurztriebe bei Gr. bornetiana viel schwächer entwickelt werden als bei Gr. corallina. Bei jener Art werden männliche Kurztriebe nur von den Scheitelzellen der Langtriebe ausgebildet, bei dieser dagegen von den etwas älteren Zellen der Langtriebe.

7. Die Entwicklung der Tetrasporen.

Die Tetrasporangien entwickeln sich in folgender Weise. Am oberen Rande einer Langtriebzelle bildet sich ein kleiner Auswuchs, in den ein Zellkern hineinwandert, und welcher dann von seiner Mutterzelle durch eine Zellwand abgeschieden wird. Die Zelle stellt die Tragzelle der Tetrasporangien dar (Fig. 10a). Die Tragzelle scheidet mehrere Zellen ab, und jede dieser Zellen entwickelt sich zu einem Tetrasporangium (Fig. 10b und 10c).

Die Tetrasporangien sind immer von vornherein einkernig; die Tragzelle, die auch anfänglich einkernig ist, wird später mehrkernig.

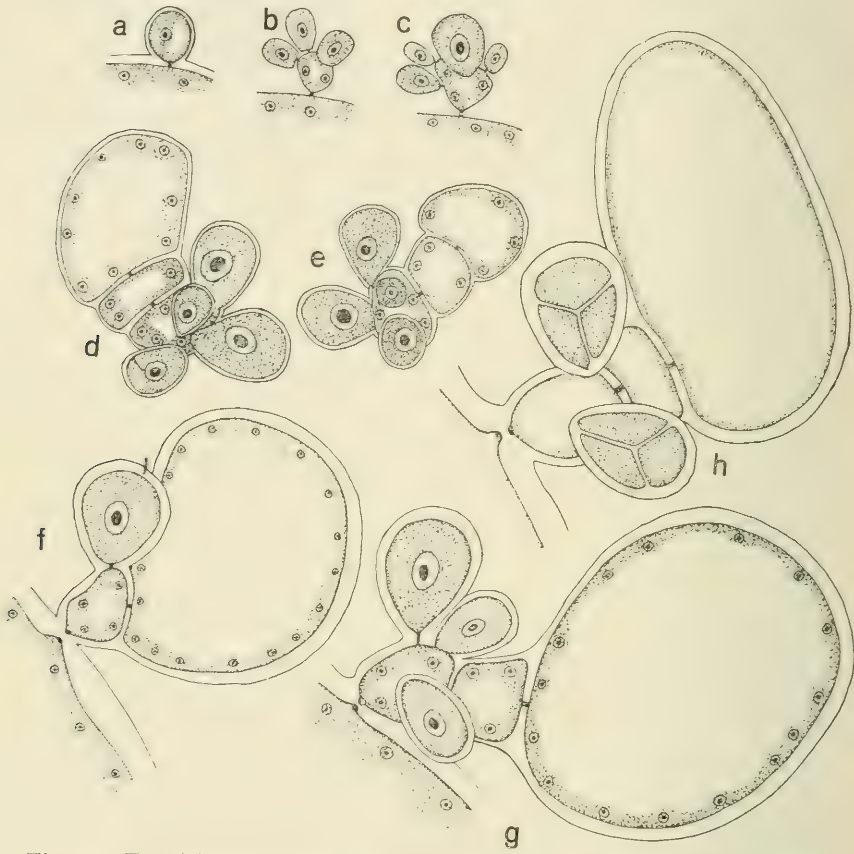


Fig. 10. Entwicklungsstadien der Tetrasporangien. Vergr.: a—g 520 mal; h 370 mal.

Die tetrasporangientragenden Langtriebzellen entwickeln eine große Menge Tragzellen, jede Tragzelle mehrere Tetrasporangien, und diese bilden dann einen dichten Ring zwischen zwei Langtriebzellen. Um diesen Tetrasporangienring von außen zu schützen, werden besondere Schutzzellen ausgebildet. Von den Tragzellen, die am Rande des Tetrasporangienrings sitzen, wird eine sterile Zelle abgeschieden. Diese teilt sich in zwei Zellen, von denen die obere sich sehr stark vergrößert und eine Schutz-

zelle darstellt (Fig. 10d, e, g, h). Bisweilen entwickelt sich die sterile Zelle, ohne vorher geteilt zu werden, zu einer Schutzzelle (Fig, 10f).

Die Tetrasporangien bei Gr. bornetiana werden nach der Beschreibung von Lewis in derselben Weise gebildet wie bei Gr. corallina. Schutzzellen sind auch bei Gr. bornetiana vorhanden, sie werden aber nach Lewis von der Langtriebzelle, nicht von der Tragzelle der Tetrasporangien gebildet.

Der primäre Tetrasporangienkern (Taf. I, Fig. 9) besitzt wie die übrigen Zellkerne der Tetrasporenpflanze einen deutlichen Nucleolus und ein Netzwerk mit zahlreichen kleinen Chromatinkörnchen. Der Kern verharrt aber nicht lange im Ruhestadium, sondern tritt bald in die Prophasenstadien einer Teilung ein, Prophasenstadien, die sich indessen von denen der somatischen Teilungen durchaus unterscheiden. Man beobachtet, wie ein Teil der Chromatinkörnchen sich vergrößert, wie aber gleichzeitig einige Fäden des Kernnetzes sich verdicken, während andere zu verschwinden scheinen. In Fig. 10, Taf. I, ist ein solches frühes Prophasenstadium abgebildet worden. Der Kern tritt bald in ein typisches Spiremstadium ein, und im Kern findet man jetzt einen deutlichen Nucleolus und einen Knäuel von gleichmäßig dicken Fäden, die den ganzen Kernraum durchsetzen. Während dieser Stadien hat sich der Kern stetig vergrößert. Die Größe ist jetzt etwa 7 μ; anfängliche Größe etwa 4 μ.

Von jetzt an erhält man aber keine guten Bilder der Veränderungen, die im Tetrasporangienkern während der späteren Prophasenstadien stattfinden. Oft beobachtet man im Kern einen großen, sehr stark gefärbten Nucleolus, bisweilen ist der Nucleolus nicht gleichmäßig stark gefärbt, sondern es treten in wechselnder Anzahl Anhäufungen auf, die sich stärker färben als die übrigen Teile des Nucleolus. Der Kern scheint oft nicht mehr als den stark gefärbten Nucleolus zu enthalten. Ich erkläre diese Erscheinung auf folgende Weise. Die späteren Prophasenstadien, oder näher bestimmt diejenigen Stadien, die zwischen dem Spiremstadium und der Diakinese liegen, und etwa den Strepsinemastadien entsprechen würden, sind der Fixierungsflüssigkeit gegenüber sehr empfindlich und werden

deshalb leicht zerstört. Der Kerninhalt zieht sich während der Fixierung um den Nucleolus herum zusammen und verursacht, daß der Nucleolus den Farbstoff besonders lebhaft anzuspeichern scheint. Wird der Inhalt auf den Nucleolus ungleichmäßig verteilt, so scheint es in den gefärbten Präparaten, als ob der Nucleolus mehrere besonders hervortretende Anhäufungen einschlösse.

Die Zwischenstadien zwischen dem Spiremstadium und der Diakinese habe ich demnach nicht untersuchen können, ich glaube aber, daß bei Gr. corallina in ähnlicher Weise wie bei Polysiphonia violacea (nach Yamanouchi) und Rhodomela virgata (nach Kylin) eine Art Strepsinemastadium vorhanden ist.

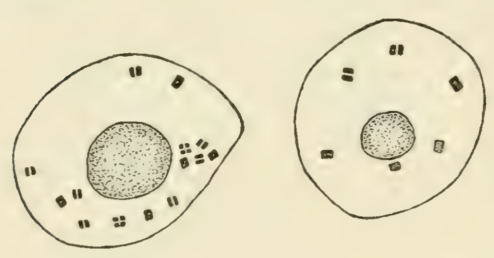


Fig. 11. Tetrasporangienkern im Diakinesenstadium. Beide Abbildungen gehören demselben Kerne. Die 20 Doppelchromosomen sind zu sehen. Vergr.: 3000 mal.

Die Prophasenstadien werden mit der Diakinese abgeschlossen. Der Kern ist in der Diakinese etwa 8 bis 9 μ im Durchmesser, in der Längsrichtung des Tetrasporangiums gestreckt. Er enthält einen großen, nicht besonders stark färbbaren Nucleolus und daneben Doppelchromosomen, die in deutlichen Paaren, nicht selten auch in Vierergruppen angeordnet liegen (Taf. I, Fig. 11). Die Zahl der Doppelchromosomen ist 20, soweit ich sie habe sicher bestimmen können (Fig. 11). — Der Kern ist auch in der Diakinese der Fixierflüssigkeit gegenüber ziemlich empfindlich, und man beobachtet oft, daß mehrere (oder sogar alle) Doppelchromosomen auf dem Nucleolus oder in der Nähe desselben zusammengeballt sind.

Nach der Diakinese wird die Kernmembran aufgelöst und eine Kernspindel, die heterotypische Spindel, wird gebildet. In der Fig. 13, Taf. I ist eine solche in der Metaphase abgebildet worden. Die Spindel ist im Vergleich mit der Größe des Kerns während der Diakinese ziemlich klein (vgl. Taf. I, Fig. 12 und 13) und ist von einem körnigen Pro-

toplasma umgeben. Die Längsrichtung der Spindel fällt mit der des Tetrasporangiums zusammen.

Die Telophase der heterotypischen Teilung ist in Fig. 14, Taf. I abgebildet worden. Die beiden Tochterkerne teilen sich sofort aufs neue. Dies ist die homöotypische Teilung. Die beiden Kernspindeln, die während dieser Teilung auftreten, liegen senkrecht gegen einander. In Fig. 15, Taf. I ist die Telophase der homöotypischen Teilung abgebildet worden.

Nach der homöotypischen Teilung gehen die neugebildeten vier Kerne in das Ruhestadium über, und das Plasma beginnt sich tetraedrisch in vier Teile zu spalten.

Während der Diakinese, der heterotypischen und homöotypischen Teilung treten im Plasma des Tetrasporangiums Körnchen auf, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. Diese Körnchen sind meiner Meinung nach eiweißartiger Natur[1] und spielen in irgendeiner Weise eine ernährungsphysiologische Rolle. Solche Körnchen treten auch bei Delesseria sanguinea (nach Svedelius) und Rhodomela virgata (nach Kylin) auf. Svedelius (1911, S. 298) behauptet ebenfalls, daß diese Körner eine ernährungsphysiologische Rolle spielen. Derartige Körper sind auch bei Gr. bornetiana von Lewis (1909, S. 665) beobachtet worden. Er meint aber, daß sie von dem Zellkern herstammen; sie seien eine Art »Chromidialsubstanz«. Diese Behauptung von Lewis kann aber nicht richtig sein.

Aus dem oben gesagten geht demnach hervor, daß Spiremstadien bei der Reduktionsteilung der Tetrasporangienkerne von Gr. corallina vorhanden sind. Nach Lewis sollen dagegen derartige Stadien bei Gr. bornetiana fehlen. Bei der Reduktionsteilung dieser Pflanze soll der Nucleolus des Tetrasporangienkerns sich zuerst vergrößern und dann in mehrere (12 bis 14) ungefähr gleich große Chromatinmassen zerfallen, die von Kernfarben sehr stark gefärbt werden. Diese Chromatinmassen nehmen dann nach Lewis eine unregelmäßige Form an und

[1]) Nach Klein (1882) sind Kristalloide eiweißartiger Natur in den Zellen mehrerer Florideen gar nicht selten. Er erwähnt auch mehrere Griffithsia-Arten. In den Zellen der Langtriebe bei Gr. corallina habe ich eine reichliche Menge Eiweißkristalloide beobachtet. Sie sind oft in Form von hexagonalen Prismen ausgebildet.

verschmelzen schließlich mit einander, so daß ihre Anzahl auf mehr als die Hälfte vermindert wird. Das Stadium, welches jetzt eingetreten ist, entspricht nach Lewis einer Synapsis. In diesem Zusammenhang möchte ich indessen wiederholen, was ich bei einer früheren Gelegenheit über die Beschreibung und die Abbildungen dieses Synapsisstadiums geschrieben habe (Kylin, 1914, S. 64): »Die Abbildungen von Lewis lassen indessen viel zu wünschen übrig, und seine Beschreibung scheint mir auch nicht so gut, daß ich mich mit Sicherheit über dieses Stadium aussprechen könnte. Mir scheint es aber, als ob es nichts anderes wäre als ein schlecht fixiertes Diakinesenstadium«.

Es ist schon oben erwähnt, daß sich die Vorgänge der Reduktionsteilung bei Gr. corallina nicht gut studieren lassen, und zwar weil die Prophasenstadien dieser Teilung der Fixierungsflüssigkeit gegenüber sehr empfindlich sind. Man bekommt nur das Anfangsstadium und das Schlußstadium der Prophase (das Spirem und die Diakinese); was dazwischen liegt, wird bei der Fixierung so deformiert, daß es sich nicht untersuchen läßt. Gr. bornetiana scheint ebenso empfindlich oder sogar noch empfindlicher als Gr. corallina zu sein, und die Vorgänge der Reduktionsteilung bei Gr. bornetiana sind demnach sehr schwierig zu untersuchen und ich glaube, daß das, was Lewis als Vorgänge der Reduktionsteilung bei Gr. bornetiana beschrieben und abgebildet hat, nichts anderes als von einer schlechten Fixierung hervorgerufene Artefakte sind. — Man vergleiche, was ich schon oben (S. 103) in bezug auf die Angaben von Lewis über die somatischen Kernteilungen bei Gr. bornetiana gesagt habe[1].

Nach den Angaben von Svedelius (1911) verlaufen die Vorgänge der Reduktionsteilung bei Delesseria sanguinea

[1]) Nach den Angaben von Karsten (1909, S. 6) und Tröndle (1911, S. 601) sollen die Chromosomen bei den Spirogyra-Arten in ähnlicher Weise wie bei Gr. bornetiana aus den Nucleolen entstehen. Tröndle schreibt (a. a. O.): »Man sieht, wie die Nucleolen unregelmäßig aufgelockert sind, was leicht verständlich ist, da bei Spirogyra, wie aus den bisherigen Untersuchungen nun überzeugend hervorgehen dürfte, die Chromosomen aus dem Nucleolus entstehen.« So besonders überzeugend scheinen mir aber die Untersuchungen nicht zu sein. Es scheint mir, als ob in diesem Fall von der Fixierung hervorgerufene Artefakte als Kernteilungsstadien beschrieben worden sind.

in etwa derselben Weise wie bei Gr. bornetiana. Besonders ist hervorzuheben, daß ein Spiremstadium während der Reduktionsteilung bei diesen beiden Florideen fehlen sollte. Bei folgenden Florideen sind dagegen Spiremstadien bekannt, nämlich: Polysiphonia violacea (Yamanouchi, 1906), Nitophyllum punctatum (Svedelius, 1914), Rhodomela virgata (Kylin, 1914) und Delesseria sinuosa (Kylin, 1914, S. 65, Fußnote) und zu dieser Reihe ist jetzt noch Gr. corallina hinzuzufügen. Die befremdlichen Angaben, die Svedelius uber die Reduktionsteilung bei Delesseria gibt, und die ich schon in einer früheren Arbeit (1914) mit einigen Worten berührt habe, stehen wahrscheinlich damit im Zusammenhang, daß Delesseria in ähnlicher Weise wie die Griffithsia-Arten der Fixierungsflüssigkeit gegenüber sehr empfindlich ist.

Nach Lewis sollen während der Reduktionsteilung bei Gr. bornetiana 7 Doppelchromosomen auftreten. Wegen der schlechten Fixierung des Materials glaube ich aber, daß Lewis die Chromosomenzahl bei Gr. bornetiana nicht hat bestimmen können.

Nach Lewis soll die heterotypische Spindel bei Gr. bornetiana intranucleär sein; bei Gr. corallina liegt sie dagegen wie oben erwähnt wurde, frei im körnigen Cytoplasma. Bei Rhodomela virgata liegt die heterotypische Spindel in ähnlicher Weise wie bei Gr. corallina frei im körnigen Cytoplasma, und nach den Angaben von Svedelius scheint dies auch bei Delesseria sanguinea der Fall zu sein. Bei Polysiphonia violacea soll dagegen nach Yamanouchi die heterotypische Kernspindel intranucleär sein.

Upsala, Botanisches Institut, im November 1915.

Literaturverzeichnis.

Davis, B. M., The Fertilization of Batrachospermum. Ann. of Bot. **10.** London 1896.

Farlow, W. G., The marine Algae of New England. Rep. of the United States Commission of Fish and Fisheries. **7.** 1879.

Jančzewski, Ed. de, Notes sur le développement du cystocarpe dans les Floridées. Mémoires de la soc. des sc. nat. de Cherbourg. **20.** Paris 1876.

Karsten, G., Die Entwicklung der Zygoten von Spirogyra jugalis Ktzg. Flora. **99.** Jena 1909.

Klein, J., Die Kristalloide der Meeresalgen. Jahrb. f. wiss. Bot. **13.** Leipzig 1882.

Kurssanow, L., Beiträge zur Cytologie der Florideen. Flora. **99.** Jena 1909.

Kylin, H., Studien über die Entwicklungsgeschichte von Rhodomela virgata Kjellm. Svensk bot. tidskr. **8.** Stockholm 1914.

Lewis, J. F., The Life History of Griffithsia bornetiana. Ann. of bot. **23.** London 1909.

Nägeli, C., Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceae. Sitzgsber. d. bayr. Akad. d. Wiss. Jahrg. 1861. **1.** München 1861.

Oltmanns, Fr., Morphologie und Biologie der Algen. **1.** Jena 1904.

Osterhout, W. J. V., Befruchtung bei Batrachospermum. Flora. **87.** Marburg 1900.

Phillips, R. W., On the development of the Cystocarp in Rhodymeniales. Ann. of bot. **11.** London 1897.

Schmidle, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsektion von Batrachospermum. Bot. Ztg., Jahrg. 57. Leipzig 1899.

Schmitz, Fr., Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin. Jahrg. 1883.

Smith, A. A., The development of the Cystocarp of Griffithsia bornetiana. The bot. Gaz. **22.** Chicago 1896.

Svedelius, N., Über den Generationswechsel bei Delesseria sanguinea. Svensk bot. tidskr. **5.** Stockholm 1911.

—, Über die Spermatienbildung bei Delesseria sanguinea. Ebenda. **6.** 1912.

—, Über die Cystocarpienbildung bei Delesseria sanguinea. Ebenda. **8.** 1914.

—, Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangienanlagen bei Nitophyllum punctatum. Ber. d. d. bot. Ges. **37.** Berlin 1914.

Tröndle, A., Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von Spirogyra und über die Bedeutung der Synopsis. Zeitschr. f. Bot., Jahrg. 3. Jena 1911.

Wolfe, J. J., Cytological Studies on Nemalion. Ann. of Bot. **18.** London 1904.

Yamanouchi, S., The Life History of Polysiphonia violacea. The bot. Gaz. **42.** Chicago 1906.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Ruhekerne aus der subterminalen Zelle eines Langtriebes einer weiblichen Pflanze.

Fig. 2. Ruhekerne aus einkernigen Zellen eines jungen Kurztriebes einer weiblichen Pflanze.

Fig. 3. Spätes Prophasenstadium der somatischen Kernteilung einer weiblichen Pflanze.

Fig. 4—6. Metaphase, Anaphase und Telophase der somatischen Kernteilung einer weiblichen Pflanze.

Fig. 7. Spermatangienmutterzelle mit zwei Spermatangien, das untere ist reif.

Fig. 8. Ein entlassenes Spermatium.

Fig. 9. Anlage eines Tetrasporangiums mit Kern im Ruhestadium.

Fig. 10. Tetrasporangienkern in früher Prophase.

Fig. 11—12. Diakinesenstadien.

Fig. 13. Heterotypische Spindel.

Fig. 14. Heterotypische Teilung in Telophase.

Fig. 15. Homöotypische Teilung in Telophase.

Vergr. 1—11: 3000mal; 12—15: 1200mal.

Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen.

Von

Hans Molisch.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Im Jahre 1884 hat Sachs[1] ein vorzügliches Verfahren veröffentlicht, um den beiläufigen Gehalt und die Verteilung der Stärke in einem ganzen Pflanzenorgan, z. B. in einem Blatte, zu veranschaulichen, jene Methode, die heute in der Pflanzenphysiologie allgemein als »Sachssche Jodprobe« bekannt ist. Dieses Verfahren hat sich außerordentlich bewährt, wurde der Ausgangspunkt zahlreicher Arbeiten über Kohlensäure-Assimilation, Stärkebildung, Stärkewanderung, Entstärkung und stellt ein gutes Beispiel dafür dar, welch großer Wert einer trefflichen Methode in der Wissenschaft zukommt.

Mit Rücksicht darauf schien es mir schon lange wünschenswert, ein analoges Verfahren für den makroskopischen Nachweis des Eiweißes in Pflanzenorganen oder in der ganzen Pflanze auszuarbeiten und eventuell für wissenschaftliche Fragen zu verwerten. Dies ist mir in der Tat in letzter Zeit bis zu einem gewissen Grade gelungen und im folgenden soll darüber berichtet werden.

Will man in einem Pflanzenteil, z. B. in einem ganzen Blatte von Tropaeolum majus, das sich zur Einübung in vorzüglicher Weise eignet, das Eiweiß nachweisen, so muß das Objekt zunächst einer gewissen Vorbehandlung unterworfen werden und diese ist im großen und ganzen dieselbe wie bei der Sachsschen Jodprobe.

[1]) Sachs, J., Ein Beitrag zur Kenntnis der Ernährungstätigkeit der Blätter. Arb. d. bot. Inst. in Würzburg, III. Bd., 1888, p. 1.

Das Blatt wird zunächst eine Minute in siedendes Wasser getaucht und dann in warmem, etwa 80proz. Alkohol vom Chlorophyll befreit, bis das Blatt ganz weiß erscheint. Während dieser Vorbehandlung wird Eiweiß nicht ausgezogen, denn in siedendem Wasser wird es koaguliert und im Alkohol bleibt es erst recht unlöslich.

Nach solcher Vorbereitung kann dann das Blatt der Eiweißprobe unterworfen werden und wie der Erfolg lehrt, lassen sich die besten unserer Eiweißreaktionen mit Vorteil auf ganze Pflanzen und Pflanzenteile anwenden, so daß man einen guten Überblick über die Verteilung des Eiweißes in der Pflanze erhält.

Das, was über die folgenden Eiweißproben gesagt wird, bezieht sich zunächst auf das grüne Blatt von Tropaeolum majus.

1. Die Xanthoproteïnsäurereaktion. Bringt man das abgebrühte und von Farbstoffen befreite Blatt in eine verdünnte Salpetersäurelösung[1] (1 Volum käufliche konzentrierte Salpetersäure und 2 Volumen destilliertes Wasser), so nimmt es nach wenigen Minuten eine schwachgelbe Färbung an. Es ist aber zweckmäßig, das Blatt $^1/_2$ bis 1 Stunde darin zu belassen, bis der gelbe Ton seine größte Intensität erreicht hat. Darauf überträgt man das Blatt in eine verdünnte Ammoniaklösung (1 Volumen käufliches Ammoniak und 2 Volumen Wasser). Hier wird die gelbe Färbung des Blattes wesentlich verstärkt. Es wird nach etwa 10 Minuten intensiv kanariengelb.

Ich arbeitete zuerst mit konzentrierter Salpetersäure und konzentriertem Ammoniak, allein ich konnte mich alsbald überzeugen, daß die Reaktionen auch mit so verdünnten Reagentien, wie ich sie vorhin angegeben habe, sehr gut gelingen. In so verdünnter Form greifen die Reagentien die Gewebe nur mäßig an und belästigen den Arbeitenden fast gar nicht.

Es empfiehlt sich, die beiden Flüssigkeiten in mittelgroßen, zylindrischen Glasgefäßen ($^1/_2$ bis 1 Liter) mit weitem Hals und wohl eingeriebenem Stöpsel aufzubewahren. Man verhindert so die Verdampfung der Flüssigkeiten, schützt sich vor den Dämpfen und kann überdies ein- und dieselbe Flüssigkeit für zahlreiche Versuche immer wieder von neuem verwenden.

[1]) Vergilbte Blätter werden, wenn sie in die verd. Salpetersäurelösung getaucht werden, nach kurzer Zeit zunächst schwach lachsrot. Eine Ausnahme bildet das Blatt von Tropaeolum, die Ursache dieser Färbung kenne ich nicht.

2. Die Biuretprobe. Das abgebrühte und von grünem und gelbem Farbstoff befreite Blatt wird zunächst in eine 5 proz. Lösung von Kupfersulfat auf eine bis mehrere Stunden eingelegt, dann im destillierten Wasser wenige Sekunden abgespült und schließlich in 10 proz. wässerige Kalilauge übertragen. Sowie diese in das Blatt eindringt, färbt es sich deutlich violett. Nach mehreren Stunden hat die Färbung gewöhnlich ihren höchsten Grad erreicht.

3. Die Millonsche Probe. Das in der angegebenen Weise vorbehandelte Blatt wird in Millons Reagens übertragen. Schon nach $^1/_2$ bis 1 Stunde färbt sich das Blatt intensiv ziegelrot.

Die angeführten Eiweißreaktionen lassen sich also, vorausgesetzt, daß die Blätter zuvor von ihren Farbstoffen befreit wurden, dazu benutzen, das Eiweiß im ganzen Blatte makroskopisch zur Anschauung zu bringen, und aus der Intensität der Reaktion läßt sich auch ein beiläufiger Schluß auf die Eiweißmenge ziehen.

So wie sich aber für die Sachssche Jodprobe nicht jedes Blatt eignet, so auch bei der Eiweißprobe. Die besten Dienste leisten Blätter, die, wie das Tropaeolumblatt, nach der Vorbehandlung weiß erscheinen und die keine die Eiweißreaktionen störenden Substanzen enthalten. Vorzügliche Resultate erhielt ich mit Tropaeolum majus, Phaseolus multiflorus, Brassica olearacea, Sparmannia africana, Abutilon-Arten u. a.

Blätter von Cercis siliquastrum, Robinia pseudacaia und von anderen, die neben Eiweiß auch Stoffe enthalten, welche mit den Eiweißreagentien gleichfalls verschiedene Färbungen geben und daher die Eiweißreaktion mehr oder minder maskieren, geben weniger brauchbare Resultate.

So wird das Blatt von Cercis, gleichgültig ob früher grün oder vergilbt gewesen, beim Eintauchen in die Salpetersäure rot, dann gelbbraun und beim Übertragen im Ammoniak gleichmäßig rotbraun. Ein solches Blatt ist daher für unsere Zwecke unbrauchbar.

Sehr dünne Blätter wie die von Adiantum capillus veneris oder Elodea canadensis eignen sich gleichfalls nicht besonders für unsere Methode, da die Färbung wegen der zu geringen Blattdicke zu wenig intensiv ausfällt.

Bei der Interpretation der erhaltenen Färbungen wird man

mit der nötigen Vorsicht vorgehen und immer möglichst viele Eiweißreaktionen anwenden müssen, stets eingedenk der Tatsache, daß keine der bekannten Eiweißproben eindeutig ist und daß auch schon manche Abbauprodukte der Proteïnkörper dieselben Reaktionen geben[1].

Unter Berücksichtigung dieser Vorsichten und bei Anwendung von für unsere Zwecke tauglichen Blättern und anderen Pflanzenobjekten können die Eiweißproben bei makroskopischer Durchführung für manche Fragen herangezogen werden, wie aus folgendem zu ersehen ist.

a) Die Verteilung des Eiweißes in der Pflanze.

Wird ein Keimling, z. B. vom Kohl, mit einigen Primordialblättern einer der genannten Eiweißproben unterworfen, so läßt sich aus der Färbung und ihrer Intensität ein beiläufiger Rückschluß auf die Lagerung und den Gehalt des Eiweißes in der Pflanze machen. Die intensivste Färbung zeigen die Blätter, eine geringere die Stengel. Innerhalb der Wurzel erscheint das Eiweiß ganz besonders in der Spitze und ihrer nächsten Umgebung gehäuft. Vegetationspunkte enthalten stets viel Eiweiß. Will man die im jungen Wurzelkörper noch verborgenen Vegetationspunkte, die die Nebenwurzeln liefern, unterm Mikroskop deutlich machen, so bediene man sich der Eiweißproben. — Ähnliches läßt sich auch über die Verteilung des Eiweißes an Keimlingen von Nicotiana und Reseda beobachten.

b) Die Auswanderung des Eiweißes während der Vergilbung.

Wenn man ein normales und ein vergilbtes Tropaeolum-Blatt der Eiweißprobe in der früher angegebenen Weise unterzieht, so ergibt sich zwischen beiden ein sehr großer Unterschied. Schon unmittelbar nach der Extraktion der Farbstoffe zeigen die beiden Blätter eine recht merkbare Verschiedenheit. Beide sind zwar farblos, aber während das früher grüne Blatt trüb und undurchsichtig ist, ist das früher gelbe

[1]) Krasser, F., Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweiß in der pflanzlichen Zellhaut usw. Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, Jahrg. 1886, 1. Abt., p. 118.

Blatt glasig und durchscheinend. Und wenn man dann auf die beiden Blätter die Eiweißproben anwendet, so ergibt sich, daß das nicht vergilbte Blatt die Reaktion sehr deutlich, das vergilbte aber gar nicht oder ganz schwach zeigt. Der Unterschied ist höchst auffallend, besonders bei Heranziehung der Xanthoproteïnsäure- und der Millonschen Reaktion.

Die Ursache des großen Unterschiedes wird sofort klar, wofern man Querschnitte der Blätter mikroskopisch untersucht. Dann zeigt sich, daß das Stroma der Chromatophoren in dem vergilbten Blatte vollständig verschwunden ist.

Untersucht man ein lebendes, ganz vergilbtes Blatt, so sieht man anstatt der Chlorophyllkörner krümelige Massen oder stark glänzende Tröpfchen von orangegelber Farbe, die mit konzentrierter Schwefelsäure sehr deutliche Carotin-Reaktion geben. Die Prüfung des lebenden Blattes könnte den Beobachter noch im Zweifel lassen, ob mit dem Chlorophyllfarbstoff auch das Stroma des Chlorophyllkorns verschwunden ist.

Untersucht man aber ein vergilbtes Blatt, nachdem es mit warmem Alkohol behandelt und von den gelben Farbstoffen[1] völlig befreit worden war, so weicht jeder Zweifel, daß auch das Stroma während des Vergilbungsprozesses verschwunden ist. Fig. I und II. Von den Chromatophoren ist keine oder fast keine Spur zu sehen und die Zelle enthält nur einen dünnen Plasmaschlauch, einen Kern und reichlich Zellsaft.

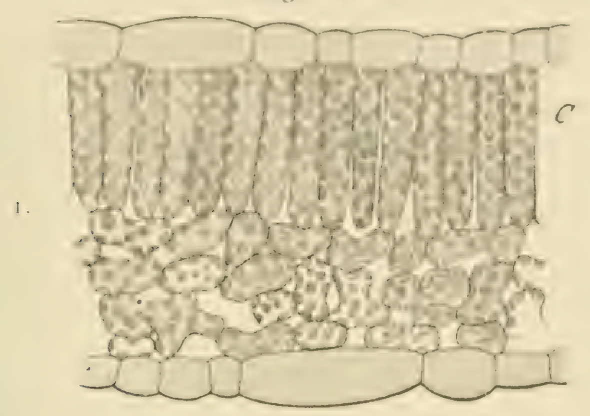
Ich sagte vorhin, die Chromatophorensubstanz sei verschwunden, ich sagte absichtlich nicht, sie sei ausgewandert, denn merkwürdigerweise verschwinden die Chromatophoren auch in Blättern, die in grünem Zustande am oberen Ende des Blattstiels abgeschnitten und dann mit der Oberseite auf Wasser gelegt oder in dunstgesättigtem Raume aufgehängt werden.

Solche Blätter vergilben nach und nach, im Finstern rascher als im Lichte, denn Abschluß von Licht begünstigt die Vergilbung. Aber obwohl sie vom Mutterstocke losgelöst sind, bieten die vergilbten Zellen im Mikroskope denselben Anblick wie am Stocke vergilbte, und doch war in den abgeschnittenen Blättern

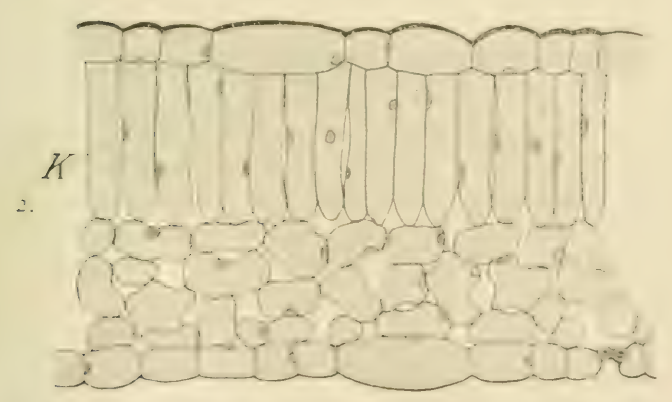
[1]) Tswett, M., Über das Pigment des herbstlich vergilbten Laubes. Ber. d. Deutsche bot. Ges., 1908, Jahrg. 26, p. 94.

eine Auswanderung nicht möglich. Daraus muß man schließen, daß die plasmatische Grundlage der Farbstoffträger in andere

Fig. 1 u. 2. Querschnitt durch das Blatt von Tropaeolum majus. Vergr.: 450.



1. Grünes Blatt. Die Mesophyllzellen mit vielen Chlorophyllkörnern c.



2. Vergilbtes Blatt nach Extraktion der gelben Farbstoffe. Die Zellen enthalten keine Chromatophoren, sondern nur äußerst dünne Plasmabeläge, Kerne K und Zellsaft.

lösliche Stoffe umgewandelt worden sein mußte, auch wenn die Möglichkeit einer Ableitung der Abbauprodukte nicht gegeben ist.

Ich zweifle aber nicht, daß bei an der Mutterpflanze

vergilbenden Blättern diese Umwandlungsstoffe wirklich auswandern und von der Pflanze weiter verwertet werden.

Die Auswanderung gewisser Stoffe, namentlich des Kali und der Phosphorsäure, geht schon aus älteren und aus neueren, von Swart[1] mit Sorgfalt durchgeführten Untersuchungen hervor.

Dieser konnte ziffernmäßig zeigen, daß die Blätter in der kurzen Zeit vor ihrem Abfall während der Verfärbung einen Verlust an Kali und insbesondere an Stickstoff und Phosphorsäure erleiden (p. 68), wodurch die Angaben älterer Autoren über die Auswanderung der genannten Stoffe bestätigt wurden,

In Übereinstimmung mit den eben erwähnten analytischen Ergebnissen stehen die Resultate der von mir makroskopisch verwendeten Eiweißreaktionen, denn sie demonstrieren in ebenso einfacher als anschaulicher Weise ad oculos den bedeutenden Unterschied im Eiweißgehalt zwischen einem grünen und einem vergilbten Blatt. Das vergilbte enthält, obwohl lebend, im Gegensatz zu einem grünen nur sehr geringe Mengen von Eiweiß, und dieser Eiweißmangel beruht zweifellos in erster Linie auf einer Lösung und einem Abbau der Chromatophoren. — Von Kienitz-Gerloff[2] ist behauptet worden, daß bei der Vergilbung das Plasma — abgesehen von dem der Schließzellen — aus allen Zellen bis auf geringe desorganisierte Reste auswandert. Demgegenüber bemerkt Swart (p. 81), daß er die Angaben von Kienitz-Gerloff nicht bestätigen kann und dies steht wieder in voller Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen. Die vollständig vergilbten Blätter haben zwar keine Chromatophoren, wohl aber Plasma, Zellsaft und Kern. —

Es mag sein, daß auch aus dem Plasma während der Vergilbung Eiweißstoffe auswandern und das Plasma-Volum dadurch eine Einbuße erleidet. Aber der lebendige Leib der Zelle und der Kern werden dabei nicht zerstört, sie bleiben erhalten und damit auch das Leben der Zelle. Ich betone das letztere, weil man früher ein vergilbtes Blatt für ein totes ge-

[1]) Swart, N., Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Jena 1914. Hier auch die einschlägige Literatur.

[2]) Kienitz-Gerloff, F., Die Plasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebselementen in der Pflanze. Bot. Ztg. 1891, p. 57.

halten hat. Daß dem aber nicht so ist, hat bereits Tswett[1] gegenüber Wehmer hervorgehoben.

Die makro- und mikroskopische Eiweißprobe lehrt, daß die Hauptmasse des Eiweißes der Blätter in den Chromatophoren steckt. Daher geben die grünen Blätter eine intensive und ganz vergilbte eine äußerst schwache Reaktion. In den letzteren fehlen eben die Chromatophoren.

Der Umstand, daß der größte Teil des Eiweißes seinen Sitz in den Chromatophoren hat, ist auch der Grund, warum man Schwankungen im Eiweißgehalt eines grünen Blattes durch die makroskopische Eiweißreaktion nicht angezeigt erhält; es ist eben mit dem Stroma der Chromatophoren schon so viel Eiweiß gegeben, daß man immer ein gutes positives Resultat erhält und Änderungen der Proteïnmenge in der Zelle daher nicht erkannt werden können. Insofern vermag sich meine makroskopische Eiweißprobe mit der Sachsschen Jodprobe nicht zu messen. Die grünen Blätter können leicht ganz entstärkt werden, ohne daß sie in ihrer normalen Funktion gestört werden. Jedes Wiederentstehen von Stärke kann dann leicht nachgewiesen werden. Analoges trifft in bezug auf das Eiweiß nicht zu.

Eine nahezu völlige Eiweißentleerung des Blattes findet ja nur bei der Vergilbung statt; aber dann kann das Blatt nicht mehr normal arbeiten und wahrscheinlich auch nicht mehr Eiweiß neu erzeugen.

Immerhin bietet jedoch, wie wir gesehen haben, die makroskopische Anwendung der Eiweißproben dem Physiologen Vorteile, insbesondere wenn man approximativ über die Verteilung des Eiweißes in einem Organ rasch einen Überblick gewinnen oder das Verschwinden des Proteïns beim Vergilbungsprozeß in ebenso einfacher als auch deutlicher Weise veranschaulichen will.

[1]) Tswett, Über die Verfärbung und die Entleerung des absterbenden Laubes. Ber. d. d. bot. Ges. 1908. Bd. 26a, p. 88.

Besprechungen.

Münz. E., Zur Physiologie der Methanbakterien.
Diss. Halle. 1915.

Die ungeheure Bedeutung der autotrophen Bakterien für den Haushalt der Natur und für den Kreislauf der Stoffe ist in letzter Zeit immer deutlicher hervorgetreten. Bei der rasch fortschreitenden Entwicklung der Bakteriologie ist es natürlich, daß die älteren Arbeiten über diese Organismen den jetzigen Anforderungen nicht mehr voll genügen. Obwohl noch sicher bisher unbekannte Formen autotropher Bakterien in der Natur vorkommen, ist daher eine genaue Bearbeitung der bisher bekannten Formen sehr zu begrüßen.

Die exakt durchgeführte Arbeit bestätigt in der Hauptsache die bisher bekannten Befunde. Als Nährlösung wurde meistens die von Kaserer zur Kultur von Wasserstoffbakterien angegebene verwendet. Das Methan wurde aus Aluminiumcarbid dargestellt. Die Bakterien wurden in Rohkulturen gewonnen aus Gartenerde, Grabenwasser, Flußschlamm und von Blattstücken verschiedener Wasserpflanzen, sie sind also in der Natur sehr verbreitet. Die Untersuchungen ergaben, daß die Methanbakterien bei Anwesenheit von Methan als Kohlenstoff- und Energiequelle nur aërob gedeihen, aber besser bei niederem Sauerstoffdruck als bei vollem Sauerstoffdruck der Atmosphäre.

Als Minimum der Temperatur, bei welcher eine lebhafte Entwicklung stattfindet, wurde 18 Grad gefunden, das Optimum liegt bei 33 bis 34 Grad, das Maximum beträgt ungefähr 40 Grad. Das Licht hat auf die Entwicklung der Bakterien keinen Einfluß. Daß die Methanbakterien rein autotroph wachsen können und beträchtliche Mengen organischer Substanz bilden, wurde einwandfrei festgestellt. Das Methan konnte durch andere Kohlenwasserstoffe, bzw. durch Wasserstoff oder Kohlendioxyd nicht ersetzt werden, dagegen ist heterotrophe Ernährung mit verschiedenen organischen Substanzen möglich. Als Stickstoffquelle konnten sowohl Nitrate und Ammonsalze, als auch organische Stoffe aufgenommen werden.

Die Methanbakterien, die befähigt sind, sowohl autotroph als auch heterotroph zu gedeihen, ähneln in ihrer Ernährungsweise vielfach dem bekannten und allgemein verbreiteten Eisenbakterium Leptothrix ochracea, von dem Molisch bewiesen zu haben meinte, daß es zu einer autotrophen Ernährung nicht fähig sei und daß die Speicherung des Eisens bzw. Mangans für diesen Organismus ernährungsphysiologisch ohne Bedeutung sei. Da ich durch die Zeitverhältnisse jetzt verhindert bin, meine Untersuchungen über diesen Gegenstand zu veröffentlichen, sei hier nur kurz erwähnt, daß Leptothrix ochracea wie die in vorliegender Arbeit beschriebenen Methanbakterien sowohl rein heterotroph als auch rein autotroph gedeihen kann, und daß für das massenhafte Auftreten der Eisenbakterien in der Natur nur deren autotrophe Ernährungsweise ausschlaggehend ist. R. Lieske.

Maertens, H., Das Wachstum von Blaualgen in mineralischen Nährlösungen.

Diss. Halle. 1914.

Die Ernährungsphysiologie der Algen ist ein Gebiet, das erst in neuerer Zeit durch exakte Untersuchungen betreten worden ist und das noch ein weites uud aussichtsvolles Arbeitsfeld für den Botaniker darstellt. Die Arbeit von Maertens, die in der Hauptsache eine weitere Ausführung der bekannten Untersuchungen von Pringsheim über die Ernährung der Cyanophyceen darstellt, erweitert in anerkennenswerter Weise unsere Kenntnis über diesen Gegenstand. Es wurde vor allem der Nährwert verschiedener anorganischer Stickstoffsalze untersucht und deren Grenz- und optimale Konzentrationen festgestellt.

Als günstigste Stickstoffquelle wurde Calciumnitrat gefunden. Ammonphosphat und Kaliumnitrat wirken weit weniger günstig. Bei den einzelnen untersuchten Arten wurden jedoch wesentliche Verschiedenheiten der Ernährungsansprüche festgestellt. In Calcium-freier Nährlösung wurde bei allen Arten kein Wachstum beobachtet. Das Kalium konnte nicht durch Natrium oder andere Metalle ersetzt werden, was übrigens auch allen bisherigen Erfahrungen widersprochen hätte. Die Algen gediehen sowohl in schwach saurer als auch in schwach alkalischer Nährlösung.

Eine rein heterotrophe Ernährung der Cyanophyceen war nach den Versuchen von Pringsheim nicht möglich. Obwohl Verf. vorliegender Arbeit auf die Ernährung der Blaualgen durch organische Stoffe nicht näher eingeht, möchte ich hier erwähnen, daß ich bei Einhaltung gewisser Bedingungen eine rein heterotrophe Ernährung auch bei

solchen Algen beobachtet habe, bei denen dieselbe bisher verneint wurde. Meine Versuche wurden bisher ausgeführt mit 16 verschiedenen reinkultivierten Arten von Grünalgen, und ich halte es für sehr wohl möglich, daß sich auch die Blaualgen heterotroph ernähren können. Sobald es die Zeitverhältnisse gestatten, gedenke ich hierüber Näheres zu berichten. R. Lieske.

Wisselingh, C. van, On the nucleolus and karyokinesis in Zygnema.

Recueil des Travaux botaniques Néerlandais. 1914. **11,** 1—3 mit Taf. I.

Nachdem bereits Merriman und Escoyez in ihren Studien über Zygnema zu recht verschiedenen Ergebnissen gekommen sind, untersucht Verf. mit seiner bereits an anderen Objekten bewährten Chromsäure-Methode den Kern von Zygnema cruciatum. Auch seine Ergebnisse sind wieder andere. Im Nucleolus (stets in der Einzahl) findet er zwei peripher gelegene Körperchen, die durch einen feinen Faden verbunden sind. Der Nucleolus verschwindet völlig bei der Kernteilung und bildet sich darnach wieder. Das Schicksal beider Körperchen ist unklar. Die Chromosomen entstehen, entgegen den Befunden von Mabel Merriman, nicht aus dem Nucleolus, sondern aus dem »Fadenwerk« des Kernes, das sich perlenschnurartig verdickt, wie sie auch immer durch Fäden netzig verbunden bleiben. Sie ordnen sich in einer äquatorialen Platte an (Merriman und Escoyez geben einen Ring an), die sich spaltet, worauf es, nach Bildung der Kernspindel, zur Bildung der Tochterkerne kommt, die vor den Polen der Spindel zu lagern kommen.

Obwohl erst drei Arten von Zygnema untersucht sind, läßt sich nicht einmal hier Einheitlichkeit in der Kernteilung erkennen. Der springende Punkt ist, abgesehen von vielleicht weniger betonten Unterschieden, die Rolle des Nucleolus bei der Bildung der Chromosomen. Tatsache ist — ich verweise auf die schönen Untersuchungen Kauffmanns über Cylindrocystis — daß bei einer Reihe von Conjugaten (Spirogyra wie auch Desmidiaceen auch bei Spirotaenia nach meinen unveröffentlichten Untersuchungen) die Chromosomen morphologisch aus dem Nucleolus heraus gebildet werden, und daß dies schroff entgegensteht einer Reihe von Befunden, bei denen sie aus dem Netzwerk der Kerne hervorgehen, ohne sichtliche Beteiligung des Nucleolus. Sicher ist auch, daß sich diese Unterschiede durch die Verschiedenheit der angewendeten Technik allein nicht erklären lassen.

So drängt alles auf eine umfassende Untersuchung der Conjugatenkerne hin, die nicht an einzelnen Arten kleben bleibt, und für welche gerade Verf. die Mehrzahl der Vorarbeiten geliefert hat und gegebenenfalls die geeignete Persönlichkeit wäre. Nicht unbedeutsam erscheint dem Ref., daß man die Kernteilung auch unter verschiedenen Lebensbedingungen, die gewiß nicht ohne Einfluß sind, untersuchte.

Andererseits liegt, wie Ref. meint, gar kein Grund vor, speziell bei den Conjugaten einheitliche Verhältnisse zu erwarten. Lassen sich doch bereits bei den höheren Pflanzen, bei denen doch die Individualentwickelung der Zelle gehemmt ist, die Kernvorgänge kaum mehr unter einen Hut bringen; wie viel weniger ist bei den Conjugaten, die ja in extremster Weise durch ihre Individualzellentwickelung charakterisiert sind, eine einzige Formel für die Lebensvorgänge ihrer Kerne zu erwarten.

A. Pascher.

Kylin, H., Über die Blasenzellen einiger Florideen und ihre Beziehung zur Abspaltung von Jod.

Ark. för Bot. 1915. **14,** 1—13. 4 Textabb.

Die kleine Arbeit lenkt die Aufmerksamkeit von Neuem auf die schon öfters in der Literatur besprochenen Blasenzellen der Florideen. Bei Bonnemaisonia asparagoides kann Verf. Golenkins Angaben im wesentlichen bestätigen. Die stark lichtbrechenden, schön blau irisierenden Blasenzellen, deren Entwicklungsgeschichte eingehender geschildert wird, enthalten Jod in einer labilen, beim Absterben sofort zerfallenden Verbindung. Legt man einen Zweig in eine Stärkelösung, so platzen die Zellen, und unter dem Mikroskop kann man die Blaufärbung der Lösung an den Stellen, wo Blasen liegen, leicht feststellen. Setzt man außer Salzsäure auch einen Tropfen Nitritlösung zu, so verstärkt sich die Blaufärbung und zeigt sich jetzt auch dort, wo keine Blasen liegen, was auf einen nicht unbedeutenden Vorrat an Jod in der ganzen Alge schließen läßt. Eiweiß konnte in den Blasen nicht nachgewiesen werden. — Die als Spermothamnion roseolum besprochene Floridee ist Trailliella intricata, eine zwar von mir auch an der skandinavischen Küste gefundene, aber von dort in der Literatur noch nicht bekannte Pflanze von zweifelhaftem, systematischen Anschluß, die vegetativ — nur recht selten finden sich Tetrasporangien — große Übereinstimmung mit Spermothamnion zeigt. Sie ist auch bei Helgoland, anfangs eine Seltenheit, jetzt überaus häufig, und Ref. hat sich mit der Morphologie der eigentümlichen lichtbrechenden Zellen genau beschäftigt. Was Verf. in dieser Beziehung vorbringt, kann durch-

aus bestätigt werden, so der Eintritt von Chromatophoren in die jungen Anlagen und ihr baldiges Verschwinden. Bei Zusatz von Salz- oder Essigsäure umgeben sich die Blasenzellen in Stärkelösung mit einer blauen Kappe. Die Jod abspaltende Verbindung ist in jungen Zellen noch nicht vorhanden und verschwindet in den älteren, weiter rückwärts gelegenen, wieder. Alkohol zieht den Jod abspaltenden Stoff aus oder zerstört ihn. Eiweiß ist nicht nachweisbar. — Bei Ceramium tenuissimum werden die Beobachtungen von Petersen bestätigt. Die Blasenzellen enthalten hier Eiweiß in kristallinischer Form, kein Jod. Ihr Vorkommen in den Rindengürteln wechselt sehr, ihre Entstehung wird genauer verfolgt. Auch in den Zentralzellen finden sich Eiweißkristalle, wie denn Ref. das Studium der Florideenkristalle, die viel verbreiteter sind als bekannt ist, nur empfehlen kann. — Der letzte kleine Abschnitt über Antithamnion Plumula bringt nichts wesentlich Neues. Die Blasenzellen enthalten, wie Nestler richtig erkannt hat, Eiweiß, kein Jod. Über ihre Bedeutung, die in den verschiedensten Richtungen gesucht wurde, vermag Verf., der es vermeidet, eine neue Vermutung aufzustellen, nichts zu sagen. Bei Ceramium tenuissimum möchte er an die Aufspeicherung von Reservestoffen, die bei der Sporenbildung verbraucht werden, denken, bei Bonnemaisonia an eine Schutzeinrichtung, besonders gegen Schneckenfraß. — Die den Text begleitenden Figuren sind klar und lehrreich. P. Kuckuck.

Hutschinson, A. H., Gametophyte of Pellia epiphylla.

Bot. Gaz. 1915. **60,** 134—143, mit Taf. I—IV.

Da die Lebermoosgattung Pellia Arten aufweist, die im Scheitelwachstum voneinander abweichen, hat Verf. eine der Arten einer eingehenden Untersuchung unterzogen, die manches Interessante ergeben hat.

Die Antheridienbildung erfolgt in der Hauptsache, wie nicht anders zu erwarten, nach dem Jungermannientypus, wobei zwei Spermatozoidmutterzellen aus der obersten Querscheibe gebildet werden. Die ersten Antheridien folgen dagegen dem bei Sphaerocarpus und den Marchantien gewohnten Typus, bei welchem vier Spermatozoidmutterzellen angelegt werden. Leider geht aus den Angaben und Abbildungen nicht hervor, ob die Übereinstimmung mit den Marchantien so vollständig ist, daß wie bei diesen auch zwei Querscheiben des jungen Antheridiums zur Spermatozoidmutterzellenbildung aufgebraucht werden. Die zuletzt entstandenen Antheridien schließlich gleichen in den Anfangsstadien ganz den jungen Archegonien. Bei dieser Entwickelungsform wird nur eine Spermatozoidmutterzelle gebildet.

Diese verschiedene Antheridienbildung erklärt Verf. durch fortschreitendes Sterilwerden der Quadrantenzellen einer Antheridienanlage, denn während bei den Marchantien alle vier Quadranten sich an der Spermatozoidbildung beteiligen, sind bei den Jungermannien zwei darauf beschränkt und bei der Antheridienbildung nach dem Archegonientyp entstehen die Spermatozoiden nur aus einem Quadranten. Dadurch ist der gemeinsame Ursprung von Archegonien und Antheridien erneut dargetan.

Ob man aus dieser Variabilität in der Antheridienbildung Schlüsse auf die Abstammung der Pellia epiphylla ziehen darf, wie es der Verf. tut, scheint mir, bevor vergleichende Untersuchungen von zahlreichen anderen thallosen Jungermannien vorliegen, doch sehr gewagt.

Die Archegonienentwickelung bietet nichts Neues. Dagegen ist die Archegonienlage in unregelmäßiger Reihenfolge am Scheitel des Thallus, der damit sein Wachstum einstellt, von Interesse, denn Pellia wurde bisher stets als »anakrogynes« Lebermoos aufgefaßt. Übrigens kommen ja auch bei den Haplomitriaceen Übergänge zu den »akrogynen« Jungermannien vor.

In der Form der Scheitelzelle sind bekanntlich Pellia epiphylla und P. Fabbroniana (= P. calycina) verschieden. Verf. schreibt der P. calycina eine keilförmige, der P. endiviaefolia eine linsenförmig-prismatische Scheitelzelle zu, wie sie P. epiphylla besitzt. Da aber P. endiviaefolia synonym mit P. calycina = P. Fabbroniana ist, ist nicht klar, welche Art er nun eigentlich meinte. Seine Untersuchungen an Pellia epiphylla ergaben einen Wechsel der Form der Scheitelzelle je nach dem Entwickelungsstadium der Pflanze. Während der Antheridienbildung herrscht die keilförmige Scheitelzelle vor, dann folgt die linsenförmige — von oben gesehen prismatische — und diese stellt, wie oben schon mitgeteilt, mit der Anlage von Archegonien ihr Wachstum ein. K. Müller

Rouppert, K., Beitrag zur Kenntnis der pflanzlichen Brennhaare.

Bull. Acad. d. Sc. de Cracovie. Okt. 1914.

Verf. hat die Brennhaare der Urticacee Girardinia untersucht. Sie stehen nicht wie die ihrer Verwandten auf einem Sockel, sondern sitzen direkt dem Pflanzenorgan auf. Dafür aber sind sie oft bis nahe zu ihrem Ende von einer zelligen Hülle umschlossen, die oben rein epidermal, weiter unten aber mehrschichtig wird. Verf. nennt diese Hülle einen »subkutikularen Arillus«. Er ist an den Blütenorganen weniger

hoch als an vegetativen Organen, an welch letzteren nur die verkieselte Haarspitze freibleibt. Bei seiner Entstehung spielt gleitendes Wachstum eine Rolle.

Auch die Brennhaarspitze zeigt eine Eigentümlichkeit, nämlich ein »haubenartiges« Gebilde, das schon sehr früh angelegt wird und aus Pektinsubstanzen besteht. Der Versuch zeigt, daß die Brennhaare an dieser Stelle lebhaft Wasser ausscheiden. Der Wasserausscheidung dienen außerdem die subkutikularen Körnchen, die sich bei allen Urticaceen und Loasaceen unterhalb der Spitze des Brennhaares, am »Hals« zeigen. In der zelligen Hülle des Girardiniahaares sind außerdem noch einzelne Epidermiszellen zu Wasserdrüsen umgebildet. — Es scheint also ziemlich allgemein neben der bekannten Funktion des Brennhaares auch eine bisher nicht beachtete Befähigung zur Wasserausscheidung zu bestehen. Jost.

Ruhland, W., Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen. Ein Beitrag zur Biologie der Halophyten.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 409—498.

Verf. fand es nötig, die Anatomie der genannten Drüsen eingehend zu untersuchen, da ihre Eigentümlichkeiten nicht alle klar erkannt waren. Das, was er gefunden hat, läßt sich am einfachsten im Anschluß an die Abbildung bei Haberlandt (Phys. Anatomie, 4. Aufl. Fig. 194) besprechen. In der Mitte des Haares liegen die vier Sekretionszellen; an sie schließen sich die vier Nebenzellen an, die nicht bis zum Grund der Drüse reichen. Die acht weiteren Zellen, die eine Hülle um die inneren bilden, werden als innere und äußere Becherzellen bezeichnet. Endlich treten noch (nur bei tiefer Einstellung sichtbar) vier Sammelzellen auf, an die dann die grünen Mesophyllzellen anschließen. Im ganzen also besteht die Drüse aus vier Zellen mehr als z. B. bei Haberlandt abgebildet sind. Die Wand zwischen den Sammelzellen und den äußeren Becherzellen ist im Gegensatz zu allen anderen Wänden sehr dick und stark kutikularisiert, doch fehlt die Kutikularisierung an vier vor den Sammelzellen liegenden Durchlaßstellen. In der Außenkutikula findet sich über den Sekretionszellen je ein Porus, d. h. eine nicht kutisierte Wandstelle.

Die Drüsen sind nicht etwa, wie früher behauptet wurde, Filtrationshydathoden, sondern sie scheiden aktiv Wasser aus. Auch an abgeschnittenen Blättern, ja an Schnitten, die nur Epidermis, kein Mesophyll enthalten, sieht man unter günstigen Umständen Wasser recht

reichlich auftreten. Was die Mechanik dieser Ausscheidung anlangt, so konnte Verf. nichts wesentlich Neues ermitteln. Sein Hauptziel war auch die Aufklärung der Salzausscheidung. Er zeigt zunächst, daß alle Salze, für die das lebende Plasma permeabel ist, auch von den Drüsen sezerniert werden. Sodann wendet er sich der wichtigen Frage zu, ob das Sekret die gleiche Konzentration besitzt wie die Blattzellen oder ob es etwa gar konzentrierter sei. Wenn man bedenkt, in welch winzigen Mengen das Sekret für eine Untersuchung zur Verfügung steht und wie leicht es außerhalb der Drüsen noch seine Konzentration ändert, wird man den Mut und die Ausdauer des Verf. bei dieser Untersuchung nur bewundern können. Die Methode, deren er sich bedient hat, ist die von Barger zur Bestimmung des Molekulargewichtes löslicher Stoffe empfohlene Kapillarmethode. Da gewiß nur wenige Leser der Ruhlandschen Arbeit den Bd. 85 der Transactions Chem. Soc. zur Hand haben werden, so hätte Verf. diese Methode wohl etwas eingehender schildern können, anstatt sie blos anzudeuten. Das Resultat, zu dem er gelangt ist, lautet: das Salz wird in derselben Konzentration ausgeschieden, in der es im Gewebe enthalten ist.

Nachdem so die Tätigkeit der Drüsen festgelegt ist, wird weiterhin untersucht, was sie für die Pflanze bedeuten. Versuche haben ergeben, daß die Wurzelzellen eine sehr geringe Durchlässigkeit für Salze haben, während die Drüsen hochgradig permeabel sind. So wird also eine sehr verdünnte Lösung z. B. von Chlornatrium durch die Wurzel aufgenommen und durch Transpiration in den Blättern konzentriert. Da dann durch die Drüsen diese konzentrierte Lösung nach außen sezerniert wird, so kommt es durch die fortgesetzte »Absalzung« nie zu einer weitgehenden Salzanreicherung in den Blättern, zumal ja die Drüsen in sehr großer Anzahl auf Oberseite und Unterseite der Blätter vorkommen und die Blätter recht dünn sind. Tatsächlich ist denn auch der Unterschied in der Salzkonzentration in Blatt und Wurzel nur gering. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, daß die Ausscheidung für Pflanzen auf salzreichen Böden nützlich ist, doch kann man diesen Nutzen nicht streng quantitativ verfolgen. — Die Salzabgabe wurde auch durch Versuche mit Blättern nachgewiesen, die in Salzlösungen untergetaucht waren. Es zeigte sich, daß sie gegen das osmotische Gefälle, also gegen eine (freilich nur wenig) konzentriertere Außenlösung Salz sezernieren. Außer Kochsalz werden auch, wie bemerkt, andere Salze ausgeschieden — in der Natur vor allem saurer kohlensaurer Kalk, und bei Formen, die wie Armeria vulgaris salzfreie Lokalitäten bewohnen, dürfte diese Ausscheidung vor allem wichtig sein. Verf.

bemerkt, daß oxalsaurer Kalk bei diesen Pflanzen nicht vorkommt, selbst wenn man die Kulturbedingungen so wählt, daß er möglichst reichlich entstehen müßte. Es liegt nahe, eine Beziehung zwischen der Kalkausscheidung und dem Fehlen des Kalkoxalats zu vermuten.

Im Schlußabschnitt wird noch die Frage nach der Xerophilie erörtert. Zweifellos bestehen bei den Plumbagineen — im Gegensatz zu anderen Halophyten — keine Einrichtungen, die auf Beschränkung der Wasserabgabe hinweisen. Eben weil diese Pflanzen Salz ausscheiden können, sind sie nicht auf eine Beschränkung seiner Aufnahme angewiesen.

Ein Urteil ob die physiologischen Ausführungen des Verf. richtig sind oder nicht, läßt sich am Schreibtisch nicht geben. Eine Nachuntersuchung wäre zweifellos wünschenswert. Jost.

Guttenberg, H. v., Anatomisch-physiologische Studien an den Blüten der Orchideengattungen Catasetum und Cycnoches.

Jahrb. wiss. Bot. 1915. **56**, 374—415, 2 Taf.

Verf. hat von den pollenausschleudernden Orchideen Catasetum, Cycnoches und Mormodes die beiden ersten Gattungen auch an lebendem Material studieren können.

Der Stipes von Catasetum ist besonders durch den Bau seiner Epidermiszellen ausgezeichnet: ihr Hauptteil ist (im Längsschnitt gesehen) etwa quadratisch und es geht an seiner Basis ein schlauchförmiger Fortsatz aus, der sich in die unterliegenden Faserzellen einkeilt. Die Richtung dieses Fortsatzes wechselt an verschiedenen Stellen des Stipes. Die Außenwand der Epidermis ist enorm dick. Sie besteht zu äußerst aus Cuticula, darauf folgen Pektinschichten und nur eine distinkte, innerste Lamelle hat Cellulosenatur. Unter der Epidermis liegen etwa fünf Schichten wellig gebogener Fasern, deren Wand ähnlich gebaut ist wie die der Epidermiszellen. Dann folgt das Trennungsgewebe: plasmareiche, isodiametrische Zellen, deren Wand aufgelöst wird. — Durch ein Gelenk, das ausführlich beschrieben wird, ist der Stipes mit der Klebscheibe verbunden. Letztere besteht aus einem Sockel aus derbwandigen Zellen und der eigentlichen Klebmasse, deren Zellwände zu Schleimkugeln, deren Inhalte zu harzhaltigen Klümpchen werden.

Der Stipes von Cycnoches weicht insofern von Catasetum ab, als die eigenartigen Schlauchfortsätze der Epidermiszellen und die wellige Verbiegung der Faserzellen fehlen. Das Trennungsgewebe ist aus viel mehr Schichten aufgebaut als bei Catasetum. Auch die Klebscheibe zeigt in Einzelheiten Differenzen gegenüber Catasetum.

Über das Abschleudern des Stipes und der Klebscheibe hat Verf. folgende Feststellungen gemacht: An der Spannung des Stipes soll einerseits der Turgor und andererseits eine durch Wachstum begründete Gewebespannung beteiligt sein. Auch der tote Stipes behält seine Form und Festigkeit, aber er kann nicht mehr kräftig abgeschleudert werden. (Statt Gewebespannung wäre wohl besser von einer Schichtenspannung zu reden, denn nach der Schilderung des Verf.s sind die einzelnen Schichten der Zellwände gegeneinander gespannt. Daß so derbwandige Zellen einen Turgor besitzen sollen, kann Ref. nicht ganz verstehen.) — Der Reiz ist bei Catasetum seismonastischer Natur; auch durch Wasserstrahlen wird, entgegen anders lautenden Angaben, die Bewegung ausgelöst. Daß aber eine einstündige Einwirkung gewisser Narkotika die Reizbarkeit nicht aufhebt, ist sehr auffallend. — Auch Cycnoches ist reizbar. Zur Auslösung der Bewegung führt der leiseste Druck auf die Wände der Narbenhöhle, aber nur wenn er gleichzeitig von beiden Seiten erfolgt! Der Trennungsvorgang kommt dadurch zustande, daß in den Zellen, die zuletzt noch die Verbindung zwischen Rostellum und Klebscheibe bewerkstelligen, eine Turgorsenkung eintritt. Die Kontraktion dieser Zellen soll dann den Gewebeverband soweit lockern, daß er dem Zug des Stipes nicht mehr stand hält. Auch durch künstliche Plasmolyse dieses Gewebes wird demnach der Schleudervorgang eingeleitet. Jost.

Buchheim, A., Der Einfluß des Außenmediums auf den Turgordruck einiger Algen.

Diss., Bern 1915.

Verf. hat das Problem der Anpassung an höhere Konzentration des Substrats, das von Eschenhagen, Janse, Rysselberghe u. a. studiert worden ist, von neuem aufgenommen. Er arbeitet mit Algen. Von Süßwasserformen wird vor allem Cylindrocystis Brebissonii, von Meeresbewohnern Chaetomorpha aerea benutzt. Es findet stets eine Anpassung an höhere Konzentration statt, der osmotische Druck steigt. Aber die Art dieses Steigens ist bei Zucker und bei Kochsalz verschieden. Zucker, der nicht eindringt, soll eine Reaktion veranlassen, die dem Weberschen Gesetze folgt, Kochsalz aber, weil es eindringt, eine viel stärkere Druckzunahme im Zellinnern bewirken.

Das Webersche Gesetz legt Verf. für seine Zwecke so aus: Wenn die Abstufungen der Kulturflüssigkeit so gewählt sind, daß sie eine Reihe, die nach dem Gesetz der geometrischen Progression gebildet ist, darstellen, so ändert sich der entsprechende Turgordruck nach dem Gesetz der arithmetischen Progression, also:

Konzentration	a	a + q	a + q^2	a + q^3
Turgordruck	b	b + p	b + 2p	b + 3p

Dieser Definition folgt er dann aber durchaus nicht, denn z. B. gleich seine erste Illustration des Weberschen Gesetzes lautet:

I Konzentration (% Rohrz.)	1	1×2	1×2^2	1×2^3
II Turgordruck gefunden	8.63	9.6	10.56	11.89
III Turgordruck berechnet nach Weberschem Gesetz	8.63	9.6	10.57	11.54
IV Differenz zwischen III u. IV	0	0	—0.01	+0.35

Verf. hat also hier die Konzentration willkürlich ganz anders berechnet als er zuvor angiebt — und zudem stimmt das Gesetz ja auch nur einmal, beim Fortschritt von 2% zu 4%, während es beim Übergang von 4 zu 8% Lösung gar nicht stimmt. Das gleiche gilt für alle Beispiele (S. 16), während später auch besser sich fügende Werte mitgeteilt werden (z. B. S. 20). Aber immer ist der Bereich der untersuchten Konzentrationen ein so enger, daß man wohl tun wird, mit allen Schlußfolgerungen zurückzuhalten. Da diesen Versuchen nach oben durch eine Konzentration von 10% eine Grenze gezogen ist, so könnte man das (übrigens ja schon von Rysselberghe ausgesprochene) Gesetz nur dadurch beweisen, daß man die Zuckerlösungen noch mehr abstuft. Entsprechende Versuche (Konzentrationsstufe 0,25%) führten nicht zur Feststellung von Gesetzmäßigkeiten (S. 13).

So können wir einen wesentlichen Fortschritt in diesen Studien nicht erkennen. Jost.

Bovie, W. T., The Schumann Rays as an agent for the sterilization of liquids.

The bot. Gaz. 1915. **60,** 144.

Verf. gibt zunächst eine Übersicht über die Resultate der Arbeiten, die bisher über die keimtötende Wirkung des ultravioletten Lichtes angestellt wurden. Die Ergebnisse derselben sind zum Teil widersprechend, im allgemeinen wurde gefunden, daß durch ultraviolettes Licht zwar eine wesentliche Verminderung der Organismenzahl in Flüssigkeiten erzielt werden konnte, eine vollständige Sterilisation ließ sich jedoch bei allen genauer nachgeprüften Untersuchungen nicht erreichen.

Die früher angestellten Untersuchungen waren in der Hauptsache mit Quarz-Quecksilber-Lampen ausgeführt worden. Verf. verwendet eine andere Lichtquelle, und zwar einen Lichtbogen in einer mit verdünntem Wasserstoffgas gefüllten Quarzröhre. Die mit derselben erzeugten kurzwelligen Strahlen werden als Schumann-Strahlen bezeichnet. Die ursprünglich vom Erfinder der Lampe angegebene Konstruktion wurde vom Verf. noch dahin abgeändert, daß dem Wasserstoff noch eine geringe Menge Kohlensäure zugefügt wurde. Die zu sterilisierende Flüssigkeit ließ Verf. in nur 0,3 mm dicker Schicht spiralig um die Lichtquelle fließen.

Er erreichte mit seiner Konstruktion eine Verminderung der Bakterien von 50 auf 4 im ccm und eine Verminderung der Pilzkeime von 3 auf 1 im ccm. Mit kurzwelligen Lichtstrahlen läßt sich also auch auf diese Weise eine vollständige Sterilisation nicht erzielen.

R. Lieske.

Ursprung, A., Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus.

Ber. D. bot. Ges. 1915. **33**, 154—162.

Renner, O., Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **56**, 617—667, 1 Tafel.

Über die Größe der Kohäsionsspannung in den Ringzellen des Farnsporangiums fehlte bisher eine genaue Vorstellung. Ursprung und Renner haben gleichzeitig und unabhängig voneinander diese Lücke ausgefüllt; sie haben die gleichen Methoden verwendet und sind erfreulicher Weise auch zu demselben Resultat gekommen.

Da die Wand des Annulus für Rohrzuckerlösung so gut wie impermeabel ist, kann man das »Springen« mit dieser Substanz erzielen und die Konzentration bestimmen, bei der es erfolgt. Sie beträgt nach Ursprung 3,1 Mol. (im Liter Flüssigkeit) und dürfte etwa einem Druck von 300 Atmosphären entsprechen. Renner hat diese äußersten Konzentrationen des Rohrzuckers nicht angewandt und hat nur konstatiert, daß eine Maximalkonzentration von 200 Zucker in 100 Wasser (= 5,8 Mol. im Liter Wasser) zwar eine sehr starke Krümmung der Zellen, aber noch kein Springen verursacht. Den Druck dieser Lösung gibt er zu 210 Atmosphären an.

Die zweite Methode der Kohäsionsbestimmung beruht darauf, daß man Sporangien in abgeschlossene Glasschalen mit verschieden großer Wasserdampfspannung bringt und bestimmt, bei welcher Spannung ein

Reißen erfolgt. Die Erniedrigung der Dampftension bewirkt Ursprung durch Lösungen von Schwefelsäure, Renner durch Salz- und Zuckerlösungen. Aus der so gefundenen Spannung, die das Springen bewirkt, schließt dann Ursprung in umständlicher, Renner in sehr einfacher Weise auf die Größe des Kohäsionszuges im Moment des Reißens. Übereinstimmend finden ihn beide Autoren gleich 300 Atmosphären. Beide betonen übrigens auch, daß damit keineswegs der wirkliche Wert der Kohäsion des Wassers festgelegt ist, da man ja nicht wisse, ob der Riß wirklich im Wasser oder zwischen diesem und der Wand erfolge. Es kann also die Kohäsion eventuell noch erheblich größer sein.

Der erste und unzweifelhaft wichtigere Teil der Rennerschen Arbeit ist rein theoretisch. Verf. betrachtet zum mindesten den Kern der Kohäsionstheorie als festbegründet und ist der Meinung, daß es sich nur darum handle, durch anatomische Studien festzustellen, welche Bahnen in der Pflanze die kontinuierlichen Wasserketten führen. Darum hält er es für an der Zeit, in rein physikalischer und rechnerischer Weise die Theorie der Wasserversorgung auf Grund des Kohäsionsgedankens zu erörtern. Er behandelt der Reihe nach folgende Themata: 1. Osmotischer Druck, hydrostatischer Druck, Dampfdruck. 2. Wasserverschiebung im Parenchym. 3. Gefäßwasser in Berührung mit Parenchym. 4. Die bei der Wasserversorgung wirksamen Energiepotentiale. 5. Der Energieumsatz bei Transpiration und Wasserhebung, 6. Osmotischer Druck und Transpiration. — Mehr als die Überschriften zu geben ist hier nicht wohl möglich. Die Fragen sind schwierig und lassen sich nicht in Kürze verständlich machen. Das zeigt auch die Zusammenfassung des Verf.s, die niemand verstehen wird, der nicht die Arbeit selbst gelesen, oder besser gesagt studiert hat. Soweit Ref. in diesen Dingen ein Urteil hat, will es ihm scheinen, als ob es Verf. gelungen sei, die Fragen in einer sehr tiefgehenden Weise zu bearbeiten.

Jost.

Holle, H., Untersuchungen über Welken, Vertrocknen und Wiederstraffwerden.

Flora. 1915. **108,** 73—126.

Die Arbeit steckt sich das Ziel, beim Studium der im Titel genannten Vorgänge Erfahrungen zu sammeln, die für die Theorie der Wasserleitung von Interesse sind.

1. Das Welken. Eine Plasmolyse kommt beim Welken nicht vor, vielmehr tritt bei weichen Parenchymen der von Steinbrinck als »Schrumpfelung« bezeichnete Vorgang ein: das Plasma bleibt

der Wand anliegend und diese wird eingedrückt, eingefaltet und zerknittert. Maßgebend für die Deformation ist einerseits die Festigkeit der Zellhaut, andererseits der Zug des schwindenden Füllwassers. Das Protoplasma kann fehlen oder vorhanden sein, leben oder tot sein, das macht gar nichts aus. — Um die Größe der auftretenden Zugspannungen zu messen, bedient sich Verf. der von Renner (1915) angegebenen »Dampfspannungsmethode«. Es zeigt sich, daß bei dünnwandigen Zellen die Spannungen gering sind, daß sie aber schon bei den derbwandigeren Zellen von Catharinea undulata einen Wert von 20 und mehr Atmosphären erreichen.

Der Zustand der Leitungsbahnen in welkenden Sprossen wird mit der von Renner 1911 angegebenen Methode untersucht: es wird die Wassermenge bestimmt, die durch ein Zweigstück einmal durch Saugung der Blätter das anderemal durch Saugung der Luftpumpe hindurchgeht. Während im frischen Zweig die Saugung der Blätter weit geringer ist als die der Luftpumpe, ist die Sache im welken umgekehrt. Das Welken wird entweder durch die Verstopfung der Schnittfläche bewirkt, die sich an abgeschnittenen Zweigen von selbst einstellt, oder durch die Abtötung eines kurzen Zweigstückes durch strömenden Dampf. Es zeigt sich, daß in diesen Fällen das Welken ausschließlich durch eine gewaltige Vermehrung des Filtrationswiderstandes der Leitbahnen bedingt ist. Und die Verstopfungen sind streng lokalisiert. Nach Abtragung des durch Hitze getöteten Stückes bzw. der verschleimten Zweigbasis erholen sich die welken Blätter wieder. Mit der Abtötung lebenden Parenchyms hat also die ungenügende Wasserversorgung gar nichts zu tun.

2. Vertrocknen. Dünnwandiges Parenchym trocknet, ohne daß es zur Bildung von Gasblasen kommt, zu einer kompakten Masse ein. Derbwandigere Mooszellen lassen Luft eintreten, entfalten aber dabei die deformierten Wände nicht. Das Wiederturgeszentwerden erfolgt bei Epiphyten sehr viel rascher als bei Erdbewohnern.

In Zellen, die normalerweise nach dem Absterben Luft führen, folgt die Zellhaut dem schwindenden Inhalt nicht so weit, sondern es tritt eine Dampfblase auf, bevor die Membran durch zu weitgehenden Wasserverlust zu elastischer Rückkrümmung unfähig geworden ist. Im Velamen der Orchideen und im Mark mancher Stengel erfolgt das Reißen des Inhaltes schon bei einem negativen Druck von 10 bis 20 Atmosphären. Ähnlich auch bei den Haaren von Lychnis coronaria. Die Haare von Verbascum thapsiforme aber halten sehr ansehnliche Kohäsionszüge aus, etwa 100 bis 250 Atmosphären, also fast so große wie die Zellen des Farnannulus.

Von ganz besonderem Interesse wäre es gewesen, Aufschlüsse über die Spannungen in wasserleitenden Elementen zu bekommen. Leider ist das bis jetzt nur in wenigen Fällen gelungen. In den Speichertracheiden von Nepenthes erfolgt schon bei negativem Druck von wenigen Atmosphären das Reißen, während die Gefäße von Alliaria im ganz welken Blatt noch völlig wassererfüllt bleiben. Dabei müssen sie aber unter einem negativen Druck stehen, der dem vollen osmotischen Druck des Parenchyms gleichkommt. Läßt man nun durch Verwundung in einzelne Gefäße eines welken Blattes Luft eindringen, so geht diese nur in die angeschnittenen Gefäße und dringt nicht durch die Wände in die Nachbarelemente ein, obwohl da Druckdifferenzen von vielen Atmosphären bestehen müssen.

Nach dem Reißen des Inhaltes, also nach Bildung einer Dampfblase, tritt dann in allen Fällen rasch Luft ein. Diese hat anfangs noch einen sehr geringen Druck, erreicht aber bald Atmosphärendruck. Verf. glaubt nach diesen Erfahrungen schließen zu müssen, daß die Permeabilität der Zellhaut für Luft gleich Null sei, solange die Wassererfüllung noch vorhanden sei, und daß sie erst nach Auftreten von Dampf einen nennenswerten Betrag erreiche. Physikalisch erscheint das kaum korrekt.

3. Wiederstraffwerden. Bei seinen Studien über Wiederstraffwerden ausgetrockneter Moosblätter hat Verf. die sehr interessante Beobachtung gemacht, daß das trockene Plasma für die üblichen Plasmolytika vollkommen permeabel ist. Nach der Quellung, einerlei ob sie in Wasser oder in Salzlösung erfolgte, ist dann die alte Semipermeabilität wiederhergestellt. — Beim Wiederstraffwerden welker Sprosse konnte eine erhebliche Beschleunigung durch Temperaturen von 30 bis 40° bewirkt werden.

4. Zur Theorie der Wasserleitung. Verf. zieht aus seinen Beobachtungen einige Schlüsse, die für die Kohäsionstheorie von großer Bedeutung sind. Da das Reißen des Zellinhaltes in verschiedenen Zellen bei ganz verschiedener Höhe des negativen Druckes erfolgt, so kann es nicht einfach durch Überwindung der Kohäsion eintreten. Die Kohäsion muß ja überall denselben Wert haben. Das Reißen hängt offenbar vor allem von der Beschaffenheit der Zellhaut ab, ohne daß sich zurzeit sagen ließe, ob in erster Linie die Adhäsion des Wassers an die Haut, oder die Luftdurchlässigkeit der letzteren von Bedeutung sei. Da wo die Kontinuitätstrennung im Zellinhalt erst bei sehr hohen negativen Drucken erfolgt, wie im Farnannulus oder den Haaren von Verbascum, da dürfte noch am ersten eine wirkliche Überwindung der Kohäsion des Füllwassers erfolgen. — In den Wasserbahnen sollen nun

Zellwände von zweierlei ganz verschiedenen Typen vertreten sein: leitende mit hoher Inhaltsfestigkeit und speichernde, bei denen im Interesse der Wasserabgabe ein leichtes Reißen erfolgen kann. Im weit differenzierten Dikotylenholz dienen die großen Gefäße der Speicherung, die kleinen Gefäße und die Tracheiden der Leitung. Bei den Coniferen sollen, obwohl äußerlich die Tracheiden alle gleich sind, doch auch diese beiden Typen vorhanden sein, gewisse Tracheiden sollen also eine Membran besitzen, die einen hohen negativen Innendruck gestattet, andere sollen leicht ihr Wasser abgeben und durch Luft ersetzen können. Es wäre sehr zu wünschen, daß die Vertreter der Kohäsionshypothese diese Gedanken weiter prüfen und nicht etwa sie als Dogma hinstellen, das erst widerlegt sein muß, ehe es stürzt. Dem Verf. der vorliegenden Arbeit, die wir zu den interessantesten Publikationen auf dem Gebiete der Wasserversorgung rechnen, ist es leider nicht vergönnt, seine Studien weiter fortzusetzen; er starb schon zu Beginn des Krieges den Tod fürs Vaterland. Jost.

Fuller, G. D., Evaporation and soil moisture in relation to the succession of plant associations.

The bot. gaz. 1914. **58,** 193—234. 27 Fig., meist Kurven, im Text.

Am Südufer des Michigansees bei Chicago findet sich eine Folge von Gehölzbildungen, die nahe dem See auf Wanderdünen in ausgesprochen xerophiler Prägung beginnen und mit der Entfernung vom Ufer schrittweise mehr mesophile Charaktere tragen, bis außerhalb der Sandzone, auf lehmigem Moränenboden, typisch mesophile Assoziationen auftreten. Die Reihenfolge der Assoziationen in dem angegebenen Sinn ist, nach den wichtigsten Vertretern bezeichnet, die folgende: Düne (zum Teil bewegliche Düne) mit Populus deltoides; feste Düne mit Pinus strobus und P. Banksiana, reich auch sonst an Immergrünen; Düne mit Quercus velutina, lockere Waldbestände mit vielen Sträuchern und Kräutern; auf lehmigem Grund Eichen-Hickorywald mit Quercus rubra und alba und mit Carya; endlich Buchen-Ahornwald mit Fagus grandifolia und Acer saccharinum. Augenscheinlich stehen wenigstens die den Sand besiedelnden Assoziationen in genetischem Zusammenhang, sie bilden eine »Sukzession« in dem Sinn, daß jeweils der xerophilere Typus sich in den mesophileren umwandelt. Zum Vergleich ist eine außerhalb dieser Reihe stehende Formation, eine edaphisch bedingte Prärie, die in der Umgebung weite Verbreitung besitzt, herbeigezogen.

Der Verf. hat die Bedingungen der Wasserversorgung in den genannten Formationen untersucht. Um Aufschluß zu erhalten über die

atmosphärischen Faktoren, die für die Transpiration maßgebend sind, bestimmt er die Verdunstungsgröße mit Hilfe geeigneter Verdunstungsmesser, die innerhalb einer und derselben Assoziation an verschiedenen Stationen aufgestellt werden, und zwar 2 bis 3 Jahre hintereinander. Auf diese Weise werden Mittelwerte gewonnen, die wohl als zuverlässiger Ausdruck der herrschenden Verhältnisse angesehen werden können. Weiter ermittelt er den Wassergehalt des Bodens, und zwar nach den in den letzten Jahren geschaffenen Methoden in seiner Beziehung zur Wurzeltätigkeit. Bodenproben werden zu verschiedener Zeit an den verschiedenen Standorten entnommen; aus geringer Tiefe, so daß die Bestimmungen wesentlich für die Sämlinge gelten. Daran wird einmal der tatsächliche Wassergehalt festgestellt und außerdem, nach den von Briggs und Shantz ausgearbeiteten Verfahren, die infolge der physikalischen Eigenschaften des Bodens der turgeszenten, wachsenden Pflanze unzugängliche Wassermenge, der Welkungskoeffizient. Was der Pflanze an Wasser für das Wachstum zur Verfügung steht, ist dann die Differenz zwischen Wassergehalt und Welkungskoeffizient, die der Verf. »growth-water« nennt.

Die Ergebnisse der Bestimmungen und Berechnungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, alles auf den Buchen-Ahorn-Wald als Einheit bezogen.

	Verdunstung	verfügbares Wasser	verfügbares Wasser / Verdunstung
Pappeldüne	315	49	15
Kieferndüne	154	26	17
Eichendüne	149	29	20
Eichenwald	115	75	65
Buchenwald	100	100	100
Prärie	171	107	62

Man sieht: 1. Die Verdunstung nimmt vom ausgeprägt mesophilen Buchenwald zu den xerophileren Assoziationen hin ständig zu; von der nicht zu der Reihe gehörenden Prärie können wir absehen. 2. Die Menge des für das Wachstum verwertbaren Bodenwassers nimmt umgekehrt vom Buchenwald bis zur Kieferndüne ständig ab, nur in der am stärksten xerophilen Assoziation, in der Pappeldüne, hebt sie sich wieder. 3. In dem Quotienten aus »growth-water« und Verdunstungsgröße fügt sich auch diese letzte Assoziation nach ihrem natürlichen Ort in die Reihe der immer ungünstiger werdenden Wasserversorgungsverhältnisse ein.

Die Arbeit hat das große Verdienst, die Vegetationsbedingungen

einer Sukzession von Assoziationen zum erstenmal auf eine anscheinend recht exakte Formel gebracht zu haben. O. Renner.

Figdor, W., Über die thigmotropische Empfindlichkeit der Asparagussprosse.

Sitzgsber. d. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. 1915. **124.**

Verf. bringt in seiner Arbeit neue Beispiele für Kontaktreizbarkeit bei Keimsprossen. Schon 1911 hat van der Wolk nachgewiesen, daß Avena sativa schöne haptotropische Krümmungen ausführt, wenn die Koleoptile einseitig gerieben wird. 1913 dehnte dann Wilschke diese Beobachtungen auf einige andere Gramineen (Phalaris canariensis, Lolium perenne, Phleum pratense und Panicum miliaceum) aus und wandte seine Aufmerksamkeit vor allem der Verteilung der haptotropischen Sensibilität an den verschiedenen Zonen des Keimlings zu. Nun berichtet Verf. vom Verhalten einiger Asparaguskeimlinge gegen Berührungsreize. Untersucht wurden mehrere Arten, aber nicht alle mit positivem Erfolg. Als kontaktempfindlich erwiesen sich A. Sprengeri, A. decumbens, A. acutifolius, A. verticillatus und A. plumosus, während A. officinalis und A. medeoloides keine Krümmungen ergaben. Manche Keimpflanzen sind so sensibel, daß sie schon bei einmaligem Streichen eine deutliche Reaktion geben. Die erste Krümmung ist stets der gegereizten Flanke zugewendet, aber im weiteren Verlauf schlägt sie dann nach der entgegengesetzten Richtung um, bis schließlich die Sproßspitze in die ursprüngliche Stellung zurückpendelt. Als Reaktionszeit ergab sich $^1/_2$—1 Stunde, als maximaler Ausschlag 42^0. Die Krümmung erfolgt durch Wachstum, bleibt auf die gereizte Zone beschränkt und kann durch jederlei rauhen Gegenstand ausgelöst werden, dagegen war Reibung mit feuchtgehaltenen Gelatinestäbchen wirkungslos. In dieser Beziehung besteht also Übereinstimmung mit den Ranken. Der Haptotropismus ist nicht bloß auf den Keimsproß beschränkt, sondern läßt sich meist auch bei den nächstfolgenden Internodien nachweisen.

Nach der Analyse des Reaktionsvorganges wendet sich Verf. biologischen Betrachtungen zu. Er vermutet, daß die Kontaktreizbarkeit den windenden Asparagusformen beim Aufsuchen der Stütze Dienste leistet, und er spricht die Hypothese aus, daß den Entwicklungsstufen, die ein einzelner Keimling durchläuft — erst ein Stadium der Kontaktreizbarkeit, dann ein solches mit Windevermögen — auch eine phylogenetische Bedeutung zukäme, daß nämlich die zweite sich aus der ersten entwickelt habe. Von diesem Standpunkt aus würden dann die verschiedenen Asparagusarten, die teils orthotrop wachsend und nicht

reizbar, teils orthotrop und reizbar, teils endlich reizbar und windend sind, Phasen einer ansteigenden Entwicklungslinie sein.

Ref. möchte an dieser Stelle nicht näher auf die hier angeschnittene Frage, den Zusammenhang zwischen Kontaktreizbarkeit und Windevermögen eingehen und nur darauf hinweisen, daß auch viele ältere Schlingpflanzen nach seinen Untersuchungen eine bedeutende haptotropische Sensibilität besitzen, daß aber seiner Ansicht nach beide Eigenschaften voneinander unabhängig sind und nur unter bestimmten Umständen sich gegenseitig fördern und ergänzen. Ferner möchte er betonen, daß das Verhalten der Asparaguskeimlinge keineswegs etwas Vereinzeltes ist, sondern daß alle Keimpflanzen mehr oder minder kontaktreizbar sind, vielfach den Reiz einen bis mehrere Zentimeter leiten und auch durch Gelatinestäbchen und Wasserstrahl zu Krümmungen veranlaßt werden können. Ob sich die Asparaguskeimlinge in diesen beiden letzten Punkten wirklich verschieden verhalten, müßte erst durch ausgedehnteres — womöglich etioliertes — Versuchsmaterial entschieden werden. Stark.

Tröndle, A., Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatischer Methoden in der Reizphysiologie.

Neue Denkschr. schweiz. Naturf.-Ges. 1915. **51,** 1. 4^0. 84 S.

Verf. hat sich die Mühe nicht verdrießen lassen, an den vielgepeinigten Avenakoleoptilen und Kressewurzeln die geotropische Reaktions- und Präsentationszeit an einem sehr großen Material zu untersuchen, und seine Ergebnisse unter dem Gesichtspunkte der Variationsstatistik zu betrachten.

Er findet, daß die Variabilität der Reaktionszeit (zunächst einmal bei Einwirkung der Schwerkraft) durchaus den Gesetzmäßigkeiten, die auf morphologischen Gebieten gefunden wurden, entspricht: so findet er beim Hafer eine sehr regelmäßige Binomialkurve, während die Kressewurzel ausgesprochen asymmetrisch variiert. Bei Änderung der Kraftgröße, also bei Benutzung verschieden großer Zentrifugalkräfte (0,1 bis 25,0 g) blieben diese Kurven im Prinzip unverändert.

Die Variationen der Präsentationszeit laufen denen der Reaktionszeit parallel, beide Zeiten variieren also korrelativ. Die Differenz zwischen Reaktionszeit und Präsentationszeit ist eine konstante Größe. Zieht man diese Konstante k von der Reaktionszeit t ab, so erhält man die Präsentationszeit $t - k = P$. Statt das Reizmengengesetz $i \times P = \text{Konst.}$ zu schreiben, (wobei i die Intensität der Kraft, P die Prä-

sentationszeit ist) kann man also auch i (t — K) = Konst. schreiben. Das alles sind Dinge, die Tröndle schon früher so dargestellt hat, die er aber jetzt an seinem großen Material experimentell sichergestellt hat, um den Widerspruch, den Fitting 1913 (Handbw. d. Naturw. **8**, 251) seiner Darstellung entgegengebracht hat, zu entkräften. Er betont noch, daß die Formel i (t — K) = konst. für jeden Punkt der Variationskurve richtig ist. Den invariablen Teil K der Reaktionszeit nennt er wie früher Transmissionszeit. Präsentationszeit + Transmissionszeit machen die Reaktionszeit. Bei intermittierender Reizung wird die Reaktionszeit um die Pausen, die in die Präsentationszeit eingeschaltet werden, verlängert; genauer gesagt, die Transmissionszeit wird verlängert, die Präsentationszeit bleibt unverändert.

Im dritten Abschnitt werden allgemeine Fragen erörtert; z. B. ob man auch beim Geotropismus von Reizmenge reden kann, ferner werden Bemerkungen über die Reaktionszeitformel, das Wesen der Präsentationszeit, die Transmissionszeit usw. gemacht. Wenn da S. 70 gesagt wird: »Es findet, kurz gesagt, während der Transmissionszeit, eine Umsetzung der Perzeption in Reaktion statt«, so läßt sich aus diesem Satz vielleicht herauslesen, daß eine solche Umsetzung nur während der Transmissionszeit stattfinden soll, und das würde gewiß den Tatsachen nicht entsprechen.

In der Terminologie der Variabilitätsforschung ist, wie Verf. zum Schluß auseinandersetzt, die geotropische Reaktionszeit ein »Einfachphänotypus«, der wie jeder Phänotypus individuelle und kollektive Variabilität besitzt.

Jost.

Sperlich, A., Gesetzmäßigkeiten im kompensierenden Verhalten parallel und gegensinnig wirkender Licht- und Massenimpulse.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **56**, 155.

Seit den Untersuchungen von Guttenbergs über das Zusammenwirken von Geotropismus und Heliotropismus hat sich unsere Auffassung der betreffenden Reizerscheinungen, hauptsächlich durch die Auffindung der Produktregel, vertieft. Deshalb versuchte der Verf., einen besseren Einblick in die gegenseitige Beeinflussung von Licht- und Schwerereizen zu gewinnen, indem er geotropische und phototropische Impulse von bekannter Größe einander entgegenwirken ließ und dann die Nachwirkung verfolgte.

Guttenberg hatte hauptsächlich die Endlage der Objekte bei Dauerreizung ins Auge gefaßt und gefunden, daß ein bestimmter

Zwischenwinkel zwischen den durch Einzelreizung erzielbaren Stellungen auftritt, wenn der Schwerkraft schwache Lichtreize gegenüberstehen. Da die geotropische Reizwirkung schneller auftritt als die phototropische, so konnte sie durch die schließlich kompensierende Beleuchtungsintensität nicht von vornherein unterdrückt, sondern erst nachträglich ausgelöscht werden.

Der Verf. suchte nun zu einer durch die Fliehkraft erzielten geotropischen Reizung von bestimmter Stärke eine Lichtmenge, die durch ihre phototropische Wirkung jene im Enderfolg ganz auszuschalten imstande war. Zu dem Zweck wurden die benutzten Avena-Pflänzchen parallel zur horizontalen Achse des Zentrifugalapparates angebracht und jedes mit einer Papphülse umgeben, die durch einen Schlitz nur in der Richtung des Radius einfallendes Licht zuließ. Um die Achse herum waren in bestimmter Entfernung elektrische Lampen angebracht, die eine jeweils verschiedene Zeit leuchteten. Geotropische Reaktionen mußten sich in einer nach der Achse zu gerichteten, phototropische in einer entgegengesetzten Krümmung zeigen. Die Nachwirkungen wurden am Klinostaten beobachtet.

Es ergab sich zunächst, daß es in der Tat möglich ist, einen durch Fliehkraft und Reizungszeit charakterisierten Massenimpuls durch die entgegengesetzte Wirkung einer bestimmten Lichtmenge in seinen motorischen Folgen ganz zu unterdrücken. Wird einer der beiden Reize wenig verstärkt, so tritt eine Nachwirkung ein, während die des anderen ausgelöscht bleibt. Überraschend ist nun aber, daß ein Massenimpuls von bestimmter Größe durch mehrere Lichtmengen kompensiert werden kann, z. B. die Nachwirkung des 60 Sekunden währenden Einflusses einer Fliehkraft zon 16,5 g durch den einer Beleuchtungsstärke von 400 M.-K. während 3,94 oder 15,79 Sekunden oder von 800 M.-K. während 15,79 Sekunden, also durch Lichtmengen, die sich wie 1 : 4 : 8 verhalten, nicht aber durch die dazwischenliegenden.

Wird die geotropische Reizung verlängert, so mnß auch die phototropische länger einwirken, damit Kompensation eintritt, aber stärker als jene, und zwar so, daß die Kompensationspunkte auf einer Kurve liegen, die etwa einer Parabel entspricht. Da demnach die geotropische Reizwirkung mit der Zeit schneller anwächst als die phototropische, so ist es nicht möglich, bei Dauerreizung von vornherein und bis zuletzt Kompensation zu erzielen, was auch schon Guttenberg gefunden hat.

Bedeutungsvoll ist auch die Tatsache, daß eine Lichtmenge oberhalb der Schwelle, die für sich einwirkend keinen motorischen Erfolg zeitigt, (also sogenannte Indifferenz erzeugt) bei Entgegenwirken eines

geotropischen Reizes diesen unterdrücken und eine starke positiv phototropische Krümmung hervorrufen kann.

Die erzielten Ergebnisse bieten einer einheitlichen theoretischen Deutung noch erhebliche Schwierigkeiten. Vielleicht liegt das daran, daß der phototropische motorische Erfolg nicht mit der Lichtmenge dauernd zunimmt. Wahrscheinlich wären einfachere Verhältnisse zutage getreten, wenn mit schwächeren Lichtreizen gearbeitet worden wäre, für die das noch so ziemlich der Fall ist. Pringsheim.

Lotsy, J. P., Kreuzung oder Mutation, die mutmaßliche Ursache der Polymorphie?

Zeitschr. f. indukt. Abstamm.- u. Vererbungsl. 1915. **14,** 204—225.

Der Verf. stellt die Gründe zusammen, die dafür sprechen, daß in allen genauer bekannten Fällen die Ursache für starke Polymorphie der Sippen in Kreuzung zu suchen ist: bei Rubus, Hieracium, Salix, Draba verna, Viola tricolor, Oenothera, Papilio Memnon. Über Salix werden nach einem brieflichen Bericht von Heribert-Nilsson sehr wichtige Züchtungsergebnisse mitgeteilt. Die Kreuzung zwischen guten Arten, wie S. viminalis und caprea, kann in F_1 einförmig sein, in F_2 tritt Spaltung ein, die sogar einzelne den Elternarten gleichende Individuen liefern kann. F_1 kann daher auch schon mehrförmig sein, was auf Heterozygotie der P - Individuen hinweist, und ebenso sind die Kreuzungen zwischen reinen Arten und spontanen, sicher bestimmbaren Bastarden in F_1 immer vielförmig. Ob bei den Weiden durch Kreuzung konstante Formen entstehen können, scheint noch nicht sicher bekannt. Dagegen gilt das für Draba verna nach Rosen und für Rubus nach Lidforß. Und bei den Hieracien, wo dasselbe bekannt ist, hat besondere Wichtigkeit die Erfahrung, daß die Vielförmigkeit der Nachkommenschaft aufhört, sobald durch Apomixis die Möglichkeit der Bastardierung verloren geht.

Bei den Önotheren und ihren Verwandten erweckt das allgemeine Vorkommen von teilweiser Unfruchtbarkeit des Pollens und der Samenanlagen, wie schon Jeffrey betont hat, den Verdacht der Heterozygotie. Dazu kommt die sorgfältige Analyse der Oenothera Lamarckiana durch Heribert-Nilsson, die kaum mehr einen Zweifel an der Heterozygotie des genannten Biotypus übrig läßt, und die Beobachtung des Ref. über das Zugrundegehen zahlreicher Embryonen in den Früchten derselben Art, wodurch auf die Art und Weise, wie der Phänotypus der O. Lamarckiana verhältnismäßig konstant erhalten wird, ein Licht fällt. Man muß dem Verf. wohl recht geben, wenn er sagt: was

gerade von der so nachdrücklich studierten O. Lamarckiana durch Erfahrung bekannt ist, ist nichts anderes als die Artunreinheit; die Deutung, die de Vries von der Entstehung der Erscheinung gibt, ist rein hypothetisch, und die Annahme, daß die Artunreinheit von einer früheren Kreuzung herrührt, hat mindestens ebensoviel Wahrscheinlichkeit wie die de Vriessche Hypothese von der Prämutation und Mutation. Auch daß die bisher für ziemlich rein gehaltene Art O. biennis die Abspaltung neuer Biotypen ebenfalls zeigt, spricht nicht für das Fehlen von Einflüssen der Heterozygotie; denn de Vries selber hat es ja wahrscheinlich gemacht, daß diese Art ein »Eizellenbild« besitzt, das von dem »Pollenbild« beträchtlich verschieden ist, daß sie also dauernd und stark heterogametisch ist. O. Renner.

Gassner, G., Über einen Fall von Weißblättrigkeit durch Kältewirkung.

Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33**, S. 478.

Die Kenntnis, daß das Ergrünen höherer Pflanzen in der Regel an bestimmte Temperaturgrade gebunden ist, geht bis auf Sachs (Flora 1862, S. 214 und 1864, S. 496) und Böhm (Sitzgsber. Kais. Akad. Wien 1863, **47**, S. 349) zurück. Sachs sagt 1864: Wenn im Frühjahre nach dem Erwachen der Vegetation oder selbst im Sommer die Temperatur für längere Zeit unter ein gewisses, noch nicht genau bekanntes Minimum sinkt, so ist es eine nicht seltene Erscheinung, daß die ersten aus dem Boden hervortretenden Blätter der Keimpflanzen sich nicht grün färben, sondern trotz des sie treffenden Tageslichtes gelb bleiben, als ob sie von tiefster Finsternis umgeben wären. Ich hatte Gelegenheit, diese Erscheinung auf Feldern von Sommergetreide in großer Ausdehnung wahrzunehmen . . . und weiter: sämtliche von mir beobachtete, den verschiedensten Familien angehörenden Mono- und Dikotylen bedürfen zu ihrem Ergrünen des Lichtes, aber auch gleichzeitig einer hinreichend hohen Temperatur, deren Minimum von dem spezifischen Charakter der Pflanze abhängt. Später haben sich dann Ernst (Bot. Misc. Bot. Z. 1876, S. 33), Elfving (Arb. bot. Jnst. Würzburg, 1880, I., S. 495), Molisch (Ber. 1901. **19**, S. 32) Weidlich (Gartenfl. 1904, S. 585), besonders aber Wiesner (Entstehung des Chlorophylls 1877) mit dem Temperatureinfluß auf das Ergrünen beschäftigt.

Verf. hat nun bei Gelegenheit von Keimungsuntersuchungen bei verschiedenen Temperaturen gefunden, daß eine Getreidesorte aus dem La Plata-Gebiet, eine von ihm als Uruguayhafer bezeichnete Hafersorte, bei Temperaturen von 5 bis 6^0, 12^0, 24^0 — aus dem Dunkel ans

Licht gebracht — gelblich gefärbte Blätter besaß, die am Licht schell ergrünten, bei 1 bis 2° aber keine gelblichen, sondern schneeweiße Keimblätter aufwies, welche später gar nicht, sehr langsam oder auch nur teilweis (panaschierte Blätter) ergrünten. Die ersten Spuren einer beginnenden Grünfärbung pflegen sich im allgemeinen erst etwa eine Woche nach erfolgtem Umstellen der Pflanzen ins Licht und Freie zu zeigen. Die gleichen Versuche wurden mit einer großen Reihe anderer Getreidesorten, ohne den Erfolg, weißblättrige Pflanzen zu erzielen, angestellt. Auch gegenüber Sachs, Elfvings usw. Angaben fällt das weißblättrige dem gelblichen gegenüber auf. Verf. nimmt nun an, die niedere Temperatur habe hier eine intensivere Wirkung ausgeübt, als in den früher erwähnten Fällen. Dazu kommt die große Beständigkeit der Weißblättrigkeit. Verf. führt als Parallelfall Weidlichs weißspitzige Selaginella an. Ref. möchte nun an zwei weitere Fälle aus der Literatur erinnern, die sich den Gaßnerschen an die Seite stellen lassen. Einmal beschreibt Cramer (1904. S. 117) daß auf den Strünken von Sequoia sempervivens sich im Winter bisweilen Zweige mit vollkommen weißen Blättern bilden. »Die Temperatur ist zu niedrig für Chlorophyllbildung«, sagt Cramer, »immerhin aber hoch genug, damit die Pflanzen sich entfalten können.« Dann aber hatte Wiesner schon 1877 darauf hingewiesen, daß Kohlpflanzen bei 2 bis 6° gegen Ende erbleichen, teilweise ganz und dann schneeweiße Blätter entwickeln. Wiesner hatte auch die Frage aufgeworfen, ob wohl die Kohlpanaschüre auf der Unmöglichkeit der Chlorophyllbildung bei niederer Temperatur beruhen könne. Diese Frage wurde dann von Molisch (1901) im bejahenden Sinne gelöst. Molisch konnte beobachten, daß eine im Winter panachierte Kohlvarietät von Brassica oleracea acephala alljährlich im Sommer in allen Individuen rein grüne Blätter ausbildet. Im gleich beleuchteten Gewächshaus war der Kohl bei 4 bis 7° panaschiert, bei 12 bis 15° grün. Und zwar begann das Schwinden der weißen Flecken schon nach 8 bis 10 Tagen nach Übertragung in die höhere Temperatur, nach einem Monat waren die Blätter völlig grün. — Man sieht, ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Verf.s Uruguayhafer, nur liegen die Versuchstemperaturen, wie wahrscheinlich auch die Temperaturen für die Chlorophyllbildung in beiden Fällen etwas verschieden.

Einen prinzipiellen Unterschied zu Weidlichs Selaginella und Molischs Kohlpanaschüre darin zu sehen, daß in dem Falle des Uruguayhafers die Ergrünung manchmal ganz ausbleibt, halte ich derzeit noch kaum für gerechtfertigt. Sicher nicht hierherzugehören scheinen mir aber die vom Verf. aufgeführten Fälle Zimmermanns, welcher

in Mecklenburg im Jahre 1907 nach einem jähen Temperaturanstieg von —1,3° C auf 13,1° C bei zahlreichen Pflanzen albikate Individuen oder Teile solcher fand. Hier dürfte es sich wohl um die früher von Sachs eingehend beschriebenen Temperaturwirkungen handeln. Wie weit diese allerdings wieder von den tieferen Veränderungen unter der Temperaturerniedrigung, bei dem Uruguayhafer und der Kohlpanaschüre prinzipiell zu scheiden sind, muß den späteren Untersuchungen des Verf.s vorbehalten bleiben. E. Lehmann.

Trotzky, Ilia., Die Größe der Typhusbacillen, unter Anwendung der Kollektivmaßlehre bestimmt.

Bakt. Centralbl. I. Orig. 1914. **72**, 113.

In der vorliegenden Arbeit handelt es sich wohl um die erste, welche die statistische Methode auch auf die Größenverhältnisse der Bakterien anwendet. Die Messung wurde an Typhusbacillen vorgenommen, die mit Fuchsin gefärbt waren. Die Mikroorganismen wurden auf eine Mattscheibe projiziert und mit dem Meßzirkel abgetastet. Die Umrechnung geschah durch die Projektion der Teilstriche eines Objektmikrometers. Die Größe der Bacillen betrug auf der Mattscheibe etwa 1 cm, so daß die Bruchteile von einem μ genau abgelesen werden konnten.

Wie zu erwarten ist, ist die Größe der Bacillen auf verschiedenen Nährböden eine verschiedene. Auf Gelatine sind die Bacillen größer als auf Agar, was mit den höheren Kulturtemperaturen der Agarkulturen in Zusammenhang gebracht wird. Auch ist die Größe der Typhusbacillen auf Agar bei 37° nach den Stämmen verschieden. Ein frisch gezüchteter hatte eine durchschnittlich bedeutendere Größe als alte.

Die Kurve der Größe der auf Agar erzogenen Typhusbacillen ist keine Binomialkurve. Sie ist ziemlich stark asymmetrisch, indem die auffallend langen Formen häufiger sind. In einem konkreten Fall betrug der Mittelwert 1,93 μ bei einer Streuung von 0,72.

E. Lehmann.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Berny, A., Entelechie und Ektotropie. (Ann. d. Natur- u. Kulturphilosophie. *1915*. **13,** 179—194.)
Flesch, M., Die Entstehung der ersten Lebensvorgänge. G. Fischer, Jena. *1915*. 27 S.
Wiesner, J. v., Naturwissenschaftliche Bemerkungen über Entstehung und Entwicklung. (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. **134,** 231—255.)

Morphologie.

Blodgett, F. H., Morphology of the Lemna Frond. (The bot. Gaz. **60,** 383—391.)
Stark, P., Untersuchungen über die Variabilität des Laubblattquirls bei Paris quadrifolia. (Zeitschr. f. Bot. *1915*. **7,** 673—766.)

Zelle.

Åkermann, Å., s. unter Technik.
—, Studier över Trådlike Protoplasmabildningar i Växtcellerna. (Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. *1915*. **12,** Nr. 4, 64 S.)

Gewebe.

Heinricher, E., s. unter Ökologie.

Physiologie.

Åkermann, Å., Untersuchungen über die Chemotaxis der Laubmoos-Spermatozoiden. (Bot. Notiser. *1915*. 205—209.)
Bakke, A. L., The index of foliar transpiring power as an indicator of permanent wilting in plants. (The bot. Gaz. *1915*. **60,** 314—320.)
Cook, M. Th., and **Wilson, G. W.,** The Influence of the Tannin Content of the Host Plant on Endothia parasitica and Related Species. (Ebenda, 346—362.)
—, —, The influence of Ether on the Growth of Endothia. (Ebenda. 412—414.)
Ewert, R., Einfluß der Tradescantia discolor auf das Wachstum der Gurke. (Landw. Jahrb. *1915*. **48,** Ergänzungsbd. 163—164.)
Fallada, O., und **Greisenegger, J. K.,** s. unter Angewandte Botanik.
Gates, F. C., Wind Burn in Amorphophallus. (The bot. Gaz. *1915*. **60,** 414 bis 415.)
Heinricher, E., s. unter Ökologie.
Loeb, J., Rules and mechanism of inhibition and correlation in the regeneration of Bryophyllum calycinum. (The bot. gaz. *1915*. **60,** 249—277.)
Pictet, A., A propos des tropismes. (Bull. Soc. Vaudoise d. Sc. Nat. *1915*. **50,** 423—551.)
Reisinger, R., Über die Variation des Pflanzenblattes bei verschiedener Lichtintensität. (Kleinwelt. *1915*. **7,** 74—80.)
Went, F. A. F. C., and **Rutgers, A. A. L.,** s. unter Ökologie.

Fortpflanzung und Vererbung.

Constantin, J., Les lois de l'hybridisation et l'action du milieu. (»Scientia«. *1915*. **17,** 145—163.)

Ewert, R., Wirksamkeit des eigenen Pollens beim Kernobst. (Landw. Jahrb. *1915.* **48**, Ergänzungsbd. 155—156.)

—, Einfluß des Entblühens der Obstbäume auf den nächstjährigen Blütenansatz. (Ebenda. 156.)

Klebs, G., Über Veränderlichkeit und Erblichkeit. (Neujahrsgabe der Universität Heidelberg für ihre im Feld stehenden Studenten. Heidelberg. *1916.* 57—80.)

Stark, P., s. unter Morphologie.

Wiesner, J. v., s. unter Allgemeines.

Ökologie.

Cook, M. Th., and **Wilson, G. W.**, s. unter Physiologie.

Fritsch, K., Untersuchungen über die Bestäubungsverhältnisse südeuropäischer Pflanzenarten, insbesondere solcher aus dem österreichischen Küstenlande (5. und letzter Teil). (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. **124**, 255 ff,)

Guenther, K., Die lebenden Bewohner der Kannen der insektenfressenden Pflanze Nepenthes destillatoria. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie. *1915.* **11**, 241 bis 244.)

Heinricher, E., Beiträge sur Biologie der Zwergmistel, Arcenthobium Oxycedri, besonders zur Kenntnis des anatomischen Baues und der Mechanik ihrer explosiven Beeren. (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. *1915.* 50 S.)

Reitinger, J., s. unter Pflanzengeographie.

Schanz, F., Zum Farbensinn der Bienen. (Münchener med. Wochenschr. *1916.* **63**, 11.)

Went, F. A. A. C., and **Rutgers, A. A. L.**, On the influence of external conditions on the flowering of Dendrobium crumenatum Lindl. (Konikl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. *1915.* **18**, 1—5.)

Algen.

Baumann, E., s. unter Pflanzengeographie.

Platt, E. L., The Population of the »Blanket Algae« of Freshwater Pools. (The Americ. Naturalist. *1915.* **49**, 752—763.)

Schermer, E., Das Winterplankton des Mühlenteiches in Lübeck. (Kleinwelt. *1915.* 88—93.)

Pilze.

Arthur. J. C., New. specis of Uredineae. IX. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42**, 585—595.

Killian, K., Über die Lebensgeschichte von Venturia inaequalis Ad. (Landw. Jahrb. *1915.* **48**, Ergänzungsbd. 157—161.)

Rosenbaum, J., s. unter Teratologie.

Zellner, J., Zur Chemie der höheren Pilze. XI. Mitteilung: Über Lactarius scrobiculatus Scop., Hydnum ferrugineum Fr., Hydnum imbricatum L. und Polyporus applanatus Wallr. (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. IIb. *1915.* **124**, 225—246.)

Flechten.

Howe, R. H., The genus Teloschistes in North America. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42**, 579—585.)

Moose.

Åkermann, Å., s. unter Physiologie.

Williams, R. S., Mosses of the Philippine and Hawaiian Island collected by the late J. B. Leiberg. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42**, 571—579.)

Farnpflanzen.

Bicknell, E. P., s. unter Pflanzengeographie.

Gymnospermen.

Aase, H. C., Vascular anatomy of the megasporophylls of conifers. (The bot. gaz. *1915*. **60**, 277—314.)

Sifton, H. B., On the Occurrence and significance of »Bars« or »Rims« of Sanio in the Cycads. (Ebenda. 400—406.)

Angiospermen.

Ball, C. R., Notes on North American Willows III. (The bot. Gaz. **60**, 391 bis 400.)

Yasui, K., Studies of Diospyros Kaki. I. (Ebenda. 362—374.)

Pflanzengeographie.

Baumann, E., Die Vegetation des Untersees (Bodensee). (Mitt. Thurgauischen Naturf.-Ges. *1915*. **21**, 171—200.)

Bicknell, E. P., The ferns and flowering plants of Nantucket. XVI. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 549—571.)

Binz, A., Ergänzungen zur Flora von Basel. (Verh. Naturf.-Ges. Basel. *1915*. **24**, 176—222.)

Brunner, H., Beiträge zur Kenntnis der Flora des Bezirks Diessenhofen und seiner Umgebung. (Mitt. Thurgauischen Naturf.-Ges. *1915*. **21**, 201—209.)

Harz, K., Flora der Gefäßpflanzen von Bamberg. (Bericht d. Naturf.-Ges. Bamberg. *1915*. **22** u. **23**, 1—327.)

Klein, E. J., Eine interessante Pflanzengemeinschaft im Luxemburger Kalksandsteingebiet. (Naturw. Wochenschr. *1916*. N. F. **15**, 8—9.)

Payson, E., New and Noteworthy Plants from Southwestern Colorado. (The bot. Gaz. *1915*. **60**, 374—383.)

Petrescu, C., Plantes nouvelles pour la flore de Dobrogea. (Bull. Sect. Sc. Acad. Roumaine. *1915*. **4**, 141—145.)

Reitinger, J., Die Weiher bei Bamberg und Gaustadt. (Ber. d. Naturf.-Ges. Bamberg. *1915*. **22** u. **23**, 427—432.)

Roberts, E. A., The Distribution of Beach Plants. (The bot. Gaz. *1915*. **60**, 406—412.)

Williams, R. S., s. unter Moose.

Palaeophytologie.

Nathorst, A. G., Zur Devonflora des westlichen Norwegens. Mit einer Einleitung: Das Vorkommen der Pflanzenreste. Von C. F. Kolderup. (Bergens Museums Aarbok. *1914—1915*. Heft 3, Nr. 9, 1—34.)

Philippsen, Über das Alter der versunkenen Wälder und Moore an den Küsten. (Naturw. Wochenschr. *1916*. N. F. **15**, 9—10.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Ewert, R., Der Einfluß des Frostes und der Birngallmücke auf den Fruchtansatz bei der Birnsorte Fertility. (Landw. Jahrb. *1915*. **48**, Ergänzungsbd. 154—155.)

Ewert, R., Der Einfluß der Teeröldämpfe und anderer giftiger Rauchgase auf die Pflanzen. (Ebenda. 156—157.)

—, Der Einfluß des Fusicladiums auf den Laubfall. (Ebenda. 157.)

Karny, H., und **Docters van Leeuwen-Reijuvaan, J.,** Beiträge zur Kenntnis der Gallen von Java. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie. *1915*. **11,** 249—257.)

Killian, K., s. unter Pilze.

Melhus, J. E., Hibernation of Phytophthora infestans on the Irish potato. (Journ. of agric. research. *1915*. **5,** 71—102.)

Nostitz, Freih. A. von, Desinfektionsversuche auf Moorboden. (Landw. Jahrb. *1915*. **48,** 587—607.)

Perriraz, L., Contribution à l'étude des monstruosités chez Narcissus angustifolius. (Bull. Soc. Vaudoise de Sc. Nat. *1915*. **50,** 413—423.)

Rosenbaum, J., Pathogenicity and identity of Sclerotinia libertiana and Sclerotinia smilacina on ginseng. (Journ. of agric. research. *1915*. **5,** 291—297.)

Angewandte Botanik.

Beckmann, E., Seetang als Ergänzungsfuttermittel. (Sitzgsber. Akad. Wiss. Berlin. Phys.-math. Kl. *1915*. **40,** 645—652.)

Ellenberger, W., Zur Frage der Zelluloseverdauung. (Zeitschr. f. physiol. Chemie (Hoppe-Seyler). *1915*. **96,** 236—254.)

Fallada, O., und **Greisenegger, J. K.,** Gefäßversuche mit Mangandüngung zu Zuckerrüben. (Österr.-Ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. *1915*. Ser. **4,** Nr. 69, 379—388.)

Stutzer, B., und **Haupt, W.,** Die Verdaulichkeit der Kiefernnadeln. (Landw. Jahrb. *1915*. **48,** 571—587.)

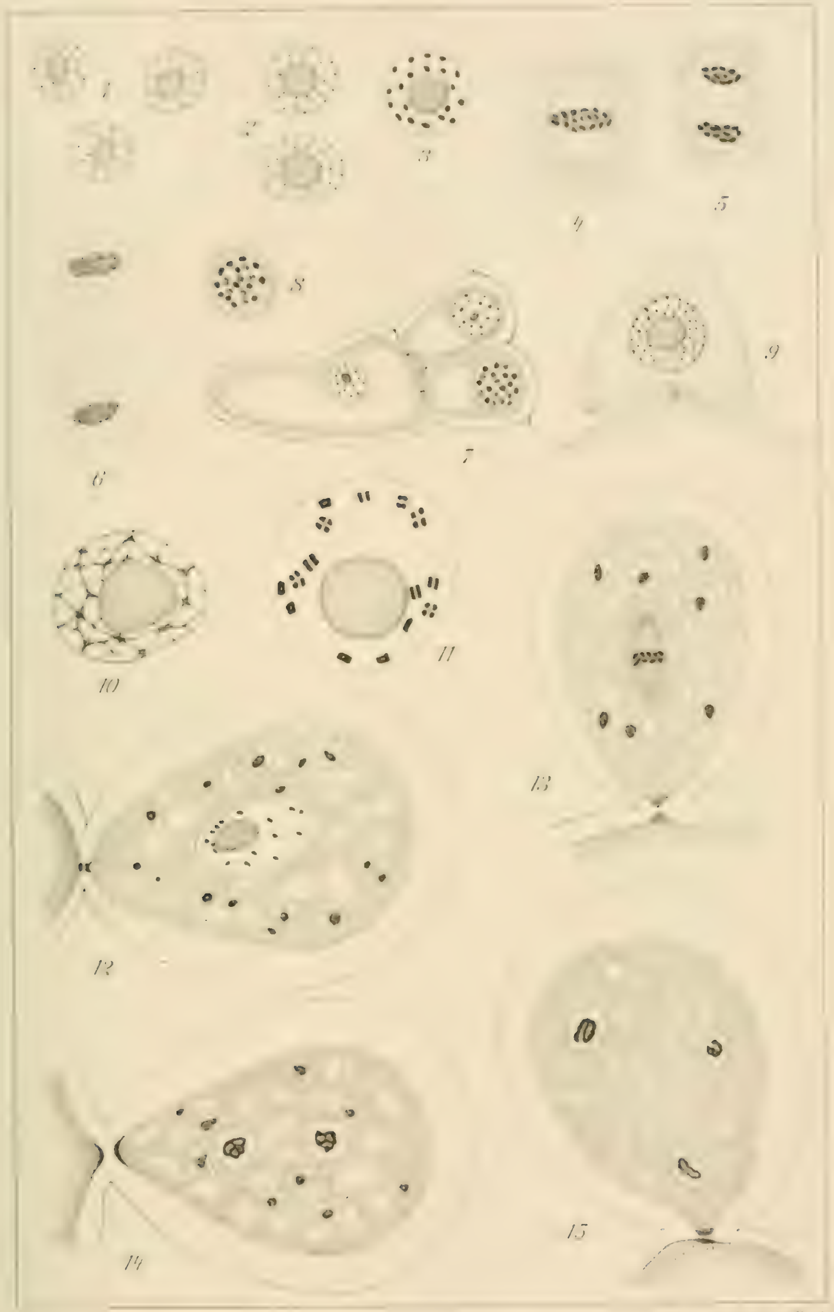
Technik.

Åkermann, Å., Über die Konservierung plasmolysierter Protoplasten. (Bot. Notiser. *1915*. 229—234.)

Personalnachricht.

In München habilitierte sich für Botanik Dr. Hans Burgeff.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Kylin gez. E. Laue, Lith. Inst. Berlin.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Die Perzeption des Lichtreizes bei den Oscillarien und ihre Reaktionen auf Intensitätsschwankungen.

Von

Wilhelm Nienburg.

Mit 8 Diagrammen im Text.

A. Einleitung.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit hat R. Fechner[1] gezeigt, daß bei den Oscillarien die Perzeption eines chemischen Reizes an einer Spitze des Fadens erfolgt und daß dieser Reiz dann zu dem anderen Ende geleitet wird, wo er eine vermehrte Schleimausscheidung und dadurch die Reizbewegung des Fadens hervorruft. Da Pieper, der die Phototaxis der Oscillarien untersuchte[2], mit seiner Arbeit schon abgeschlossen hatte, ehe die Fechnerschen Beobachtungen vorlagen, so hat er nicht festgestellt, ob für den Lichtreiz die Perzeption vielleicht auch auf bestimmte Stellen des Fadens beschränkt ist, und eine Leitung des Reizes zu einer von der Perzeptions- getrennten Reaktionszone stattfinde. Ich bin deshalb gern der Anregung von Herrn Prof. W. Magnus gefolgt, diese Fragen zu beantworten. Da sich bei der Gelegenheit herausstellte, daß die Oscillarien für Intensitätsschwankungen des Lichtes viel empfindlicher sind, als man bisher gewußt hatte, so wurden auch hierüber eingehendere Versuche angestellt. Herr Prof. Magnus hat mich in freundlicher Weise unterstützt. Die Arbeit wurde im botanischen Institut der Berliner Landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt.

[1]) Fechner, R., Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. Zeitschr. f. Bot. 1915. 7, 289—362.

[2]) Pieper, A., Die Phototaxis der Oscillarien. Dissert. Berlin. 1915.

B. Die Perzeption des Lichtreizes.

1. Methodisches.

Die Gewinnung des Versuchsmaterials machte keine Schwierigkeiten, da mir die von Schindler[1], Pieper und Fechner benutzten Kulturen zur Verfügung standen, von denen ich hauptsächlich die von Fechner als Oscillatoria Cortiana Meneghini bezeichnete Spezies benutzte. Für die Versuche war es nötig, isolierte Fäden beobachten zu können, die auf einem festen und durchsichtigen Substrat ohne starke Krümmungen dahinkrochen. Dies war dank der Bemühungen der verschiedenen Autoren, die sich in den letzten Jahren mit der Physiologie der Cyanophyceen beschäftigt haben, leicht zu erreichen. Da die Methodik besonders in den Arbeiten von Pieper und Fechner eingehend beschrieben ist, brauche ich darauf nicht näher einzugehen. Von den Gipsplattenkulturen wurde das Material auf Petrischalen mit Kieselgallerte geimpft, und wenn sich die Fäden am nächsten Tage genügend ausgebreitet hatten, wurde eine zur Beobachtung geeignete Stelle der ca. $1\frac{1}{2}$ mm dicken Gallerte entnommen. Das geschah in der Weise, daß mittels eines 4 mm hohen und 12 mm breiten Glasringes das Gallertstück ausgestochen und dann mitsamt dem Ringe auf einen Objektträger gebracht wurde. Gegen zu schnelles Austrocknen wurde das Präparat durch ein darübergelegtes Deckglas geschützt. Das lästige Beschlagen des Deckglases wurde durch Überziehen der Unterseite mit einer dünnen Wasserschicht (nach vorhergehender Einreibung mit Eiweiß) verhindert.

Um nun der Fragestellung entsprechend den Lichtreiz auf eine scharf umschriebene Stelle des Fadens einwirken zu lassen, wurde zunächst versucht, mit Hilfe eines Abbeschen Kondensors einen Lichtpunkt auf die Oberfläche des Substrats zu projizieren. Es stellte sich aber heraus, daß es wegen der kurzen Brennweite des Kondensors nicht möglich ist, ein scharfes Bild auf der mehrere Millimeter über der Objekttischebene befindlichen Gallertoberfläche zu erzeugen. Deshalb ließ ich mir durch die Firma Leppin und Masche, Berlin S.O., einen Kondensor mit längerer Brennweite anfertigen, der genau in den Klemmring

[1]) Schindler. B., Über den Farbenwechsel der Oscillarien. Zeitschr. f. Bot. 1913. **5**, 497—575.

des Abbeschen Kondensors paßte, und mit dem ich sehr befriedigende Ergebnisse erzielte. Da durch den gewöhnlichen Mikroskopspiegel mehrere störende Nebenbilder erzeugt werden, wurde er durch einen — ebenfalls von Leppin und Masche angefertigten — Oberflächenspiegel ersetzt, der mittels eines einfachen Klemmringes auf den gewöhnlichen Spiegel gesetzt werden konnte, so daß er sich wie dieser in jeder Richtung drehen ließ[1]. Als Lichtquelle diente eine Nernstlampe von 100 Kerzen, deren Licht durch den Spaltkopf eines Spektroskops fiel. Das Nebenlicht wurde durch eine Pappscheibe abgeblendet, in die der Spaltkopf eingesetzt war. Die Scheibe mit dem Spaltkopf war an einem langarmigen Lupenstativ befestigt, das durch groben Trieb verstellbar war. Auf diese Weise konnte der Spaltkopf immer genau auf den Leuchtfaden der Lampe eingestellt werden, was zur Erzielung eines Lichtfleckes von möglichst hoher und gleichmäßiger Intensität nötig war. Wenn mit dieser Apparatur im Dunkelzimmer gearbeitet wurde, und der Objekttisch des Mikroskops noch verdunkelt war, damit das Licht nur von unten in das Präparat fiel, so konnte ich eine beliebig große Stelle eines Oscillarienfadens belichten, während der übrige Teil im Dunkeln lag. Um eine scharfe Grenze zwischen der hellen und dunkeln Region zu erhalten, ist es allerdings noch nötig, die Gallertschicht möglichst dünn zu nehmen, weil sonst in diesem etwas trüben Medium die Lichtzerstreuung störend wirkt. Es zeigte sich, daß bei der oben angegebenen Dicke von ca. $1\frac{1}{2}$ mm einerseits eine ausreichend scharfe Begrenzung des Lichtfleckes erzielt wird, und daß die Schicht andererseits noch dick genug ist, um aus der Petrischale herausgehoben werden zu können.

Für das Einstellen der Fäden bei Beginn jeden Versuches mußte noch eine zweite Lampe vorhanden sein. Weil ihre Strahlen die Fäden möglichst wenig beeinflussen sollten, wurden sie nicht direkt auf den Mikroskopspiegel geleitet, sondern erst nach Passieren eines ziemlich dichten blauen Filters, da blaues Licht nach Pieper auf die Oscillarien nicht positiv phototak-

[1]) Eine ganz ähnliche Versuchsanordnung hat kürzlich Buder in seiner Arbeit: »Zur Kenntnis des Thiospirillum jenense und seiner Reaktionen auf Lichtreize«, Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **56**, 529—584, beschrieben.

tisch einwirkt. Diese zweite Lampe wurde, nachdem die Einstellung fertig war, wieder ausgeschaltet. Auch die Anfertigung der Versuchspräparate erfolgte bei blauem Licht im Dunkelzimmer, nachdem die Gallertplatten, denen die Präparate entnommen wurden vorher 20 bis 24 Stunden dunkel gestanden hatten. Auf diese Weise sollte eine Nachwirkung früherer Reize ausgeschaltet werden.

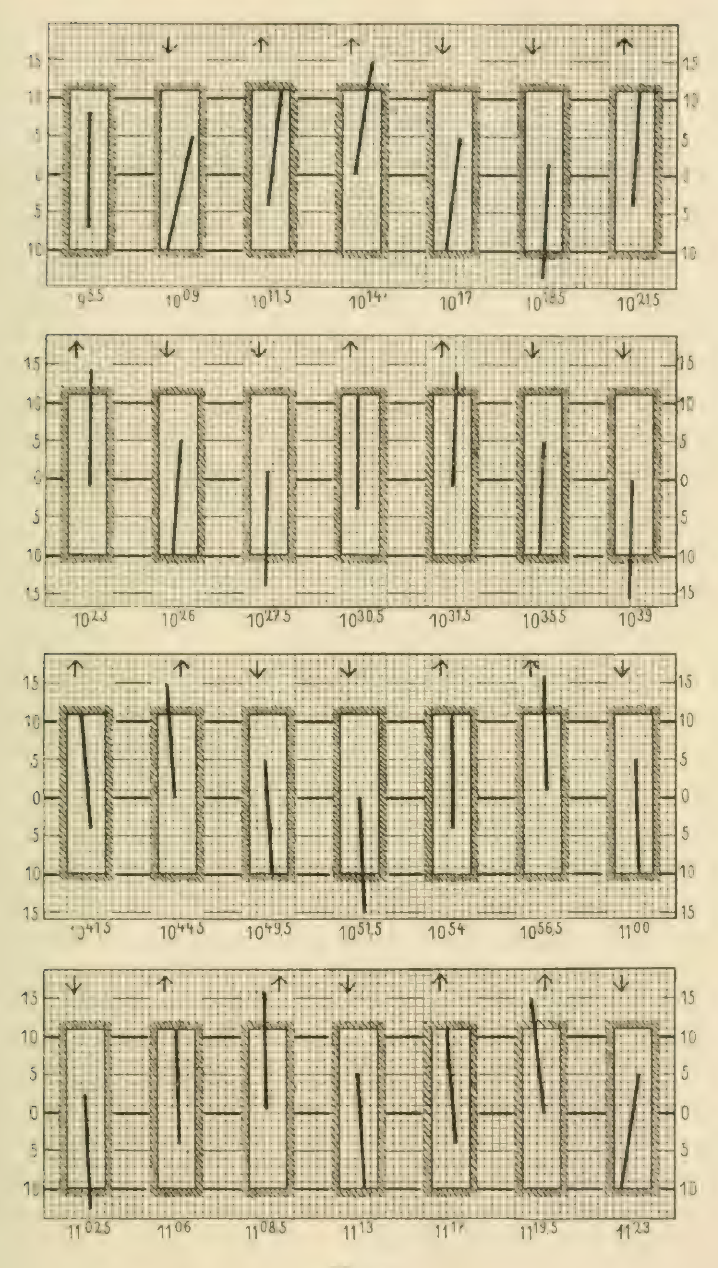
Um den Bewegungen des Fadens mit dem Lichtfleck folgen zu können, wurde das Mikroskop mit dem großen Kreuztisch ausgerüstet, so daß das Präparat in jeder Richtung verschiebbar war.

2. Versuche.

Die ersten Versuche wurden so angestellt, daß ein im Verhältnis zum Faden sehr kleiner Lichtfleck auf bestimmte Stellen einwirkte. Diese Versuche verliefen durchaus negativ. Ob ich die Fäden am vorderen oder hinteren Ende oder in der Mitte reizte, ob die Belichtung kurz oder lang erfolgte, ob die Intensität schwächer oder stärker war, niemals zeigten sich die Bewegungen der Fäden von der Belichtung deutlich beeinflußt. Gewöhnlich krochen die Fäden ohne Änderung ihrer Richtung oder ihrer Geschwindigkeit durch den Lichtfleck hindurch.

Ganz anders wurde dagegen das Bild, als ich dazu überging, den Lichtfleck so groß zu nehmen, daß kleinere Fäden in ihrer ganzen Länge beleuchtet werden konnten. Dann wirkte der helle Fleck als Lichtfalle, die die Fäden nicht verlassen konnten. Zur Veranschaulichung ihres Verhaltens unter diesen Bedingungen ist im Diagramm Nr. 1 eins von den Versuchsprotokollen wiedergegeben. Der Maßstab entspricht der Teilung eines Okularmikrometers (ein Teilstrich ist gleich 14,75 μ). Die Ablesungen wurden sofort auf Millimeterpapier übertragen. Das weiße Rechteck stellt den Lichtfleck dar, während die umgebende Dunkelheit durch Schraffierung angedeutet ist. Die Stellung und Länge des Oscillarienfadens ist durch einen dicken Strich zur Anschauung gebracht. Die über den hellen Rechtecken stehenden Pfeile geben die Bewegungsrichtung in der Zeit von der vorletzten bis zur letzten Ablesung an.

Bei dem dargestellten Versuch begann die Beobachtung



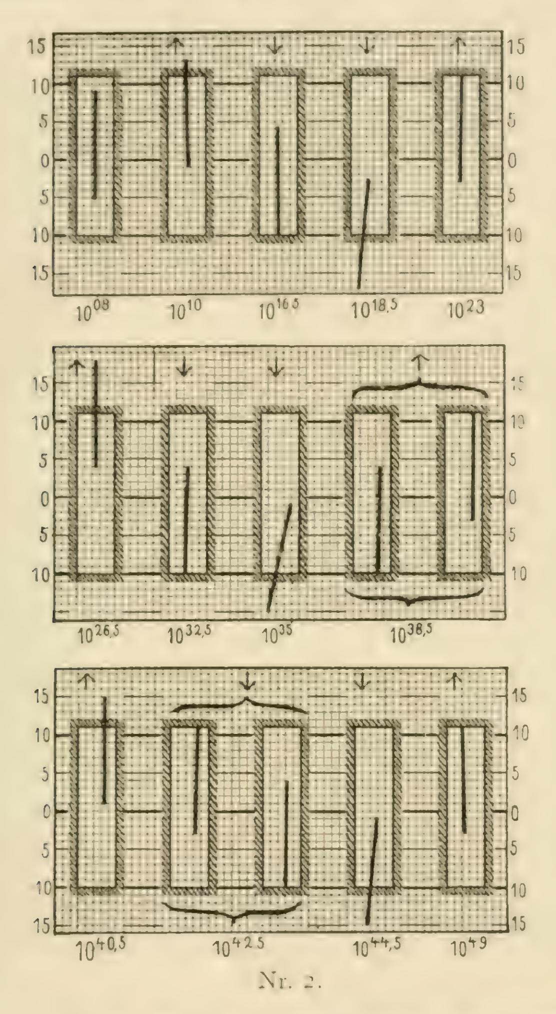
Nr. 1.

um 9^{55}. Der Faden lag zunächst ruhig, erst 10^{02} begann er sich langsam zu bewegen und zwar, wie der Pfeil andeutet, nach unten (»unten« und »oben« bezieht sich natürlich nur auf die Abbildung). Um 10^{09} ist der Faden am unteren Rande des Lichtflecks angekommmen. Hier wird die Bewegung sistiert und fast unmittelbar darauf setzt eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung ein, wobei die Geschwindigkeit bedeutend erhöht wird, so daß der Faden schon $10^{11,5}$ am entgegengesetzten Ende des Lichtfleckes angekommen ist. Diesmal macht er hier nicht halt, sondern stößt noch vier Teilstriche weit in die Dunkelheit hinein, dann aber erfolgt wieder die Umkehr. Dieses Spiel hann sich nun sehr oft wiederholen, im vorliegenden Fall ist der Faden z. B. während der Zeit von 9^{55} bis 11^{23} 13 mal umgekehrt.

Unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen würde es so wahrscheinlich bis zum Aufhören der Beweglichkeit des Fadens weitergehen. Da aber die Hin- und Herbewegungen nicht immer in genau derselben Richtung erfolgen, sondern — wie auch aus den Diagrammen zu entnehmen ist — fast immer geringe Abweichungen vorkommen, so würde der Faden sehr bald einen mehr oder weniger großen Winkel zu dem schmalen Lichtrechteck bilden. Dann wäre nur ein kleiner Teil des Fadens beleuchtet, und die Lichtfalle würde, wie oben auseinandergesetzt ist, nicht mehr wirken. Deshalb muß man die kleinen seitlichen Abweichungen durch leichte Drehbewegungen des Kreuztisches oder des Lichtspaltes korrigieren. Diese kleinen Korrekturen sind in den Diagrammen nicht zum Ausdruck gebracht.

Man sieht, daß der Faden fast jedesmal bis zu einem Drittel seiner Länge in die Dunkelheit eingedrungen ist. Nur zweimal um 10^{09} und um 11^{13}, ist er schon wieder umgekehrt, als die Spitze erst an den dunkeln Rand gekommen war. Das typische Verhalten ist, daß der Faden umkehrt, wenn er mit ein Drittel bis zur Hälfte seiner Länge aus der Lichtfalle herausgekrochen ist. Die Fälle, daß der Faden schon früher umkehrt, sind seltener, ebenso, daß er fast ganz herauskriecht und dann erst umkehrt. Sehr selten kommt es vor, daß ein Faden aus der Lichtfalle entwischt, wenn er einmal mit seiner ganzen Länge darin gewesen ist. Im ganzen habe ich 185 Umkehrungen

beobachtet und nur 16 mal gesehen, daß die Fäden nicht umkehrten, wenn sie aus dem Hellen ins Dunkle krochen.



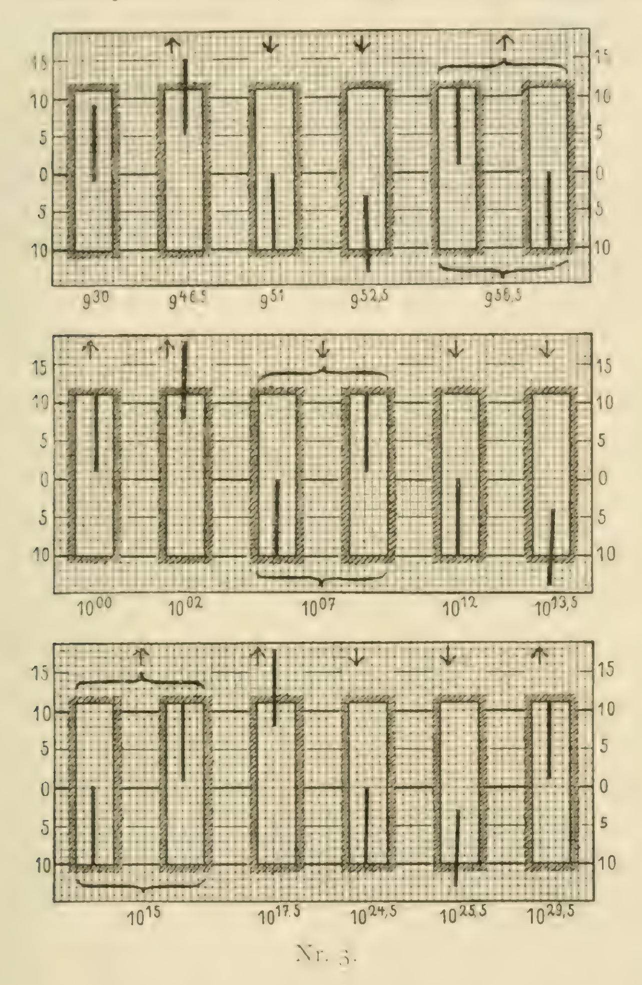
Nr. 2.

In Nr. 1 wurde ein sehr kurzer Faden als Versuchsobjekt benutzt. Daß aber auch längere ebenso reagieren, wenn sie nur ganz in den Lichtfleck hineinpassen, zeigt das später näher zu besprechende Diagramm Nr. 7, wo der Faden doppelt so groß ist. Hier war der Lichtfleck durch Näherrücken des Spaltkopfes entsprechend vergrößert.

Da die Oscillarien auch ohne äußerlich erkennbare Ursachen öfters regelmäßig hin und herkriechen, so schien es notwendig, noch deutlicher zu zeigen, daß die Pendelbewegung in unseren Fällen nur von dem Übergang vom Hellen ins Dunkele abhängen. Ich habe deshalb eine Reihe von Versuchen angestellt, in denen die Fäden durch Verkürzen oder Verlängern des Lichtfleckes gezwungen wurden, auch ihren Weg entsprechend zu verändern. Da es technische Schwierigkeiten machte, die hierfür notwendigen Maßnahmen am Lichtspalt selbst vorzunehmen, so half ich mir durch Vor- oder Zurückschieben des Fadens mittels der Mikrometerschraube des Kreuztisches. In Nr. 2 (s. S. 167) wurde ein Faden gezwungen seine Bahn zu verkürzen. In der Zeit von 10^{08} bis $10^{32,5}$ ließ ich ihn, um die Regelmäßigkeit seiner Reaktionen zu prüfen, erst dreimal in der normalen Weise umkehren. Als er dann 10^{35} wieder umgekehrt war und $10^{38,5}$ mit seiner ganzen Länge sich im Lichtfleck befand, schob ich ihn mit dem vorangehenden Ende sofort an den entgegengesetzten Rand des Lichtfleckes. Das mußte auf den Faden ebenso wirken, als ob ich die Lichtfalle um 7 Teilstriche verkürzt hätte. Der Weg, den der Faden in der Umkehrperiode von 10^{35} bis $10^{40,5}$ zurücklegte, war denn auch nur 9 Teilstriche (16 — 7 Teilstriche passive Bewegung) lang, während in den drei vorhergehenden Perioden durchschnittlich 18 Teilstriche durchmessen waren. Auch die Zeit ist entsprechend verkürzt: Der Durchschnitt in den ersten drei normalen Perioden ist 8,3, in der verkürzten Periode von 10^{35} bis $10^{40,5}$ nur 5,5 Minuten. Der Versuch wurde dann von $10^{40,5}$ bis $10^{44,5}$ noch einmal wiederholt, dabei war die zurückgelegte Bahn wieder auf 9 Teilstriche verkürzt und die zur Durchmessung dieser Strecke nötige Zeit betrug 4,5 Minuten. Das Ergebnis entsprach also ganz den Erwartungen.

Ebenso war es, wenn ich den Faden zwang, eine längere Strecke als vorher zurückzulegen. In Nr. 3 lag der Faden erst still, erst 9^{39} begann die Bewegung. Als er $9^{56,5}$ nach der zweiten Umkehr die Lichtfalle durchkrochen hatte und eben in die Dunkelheit eintauchen wollte, schob ich ihn an den entgegengesetzten Rand zurück, so daß er jetzt noch einmal den Lichtfleck durchwandern mußte. Um 10^{00} war er wieder an

der Stelle, an der er schon $9^{56,5}$ gewesen war. Um 10^{02} konnte er dann erst umkehren. Während der Faden also in der normalen Umkehrperiode von $9^{46,5}$ bis $9^{52,5}$ 18 Teilstriche zurück-



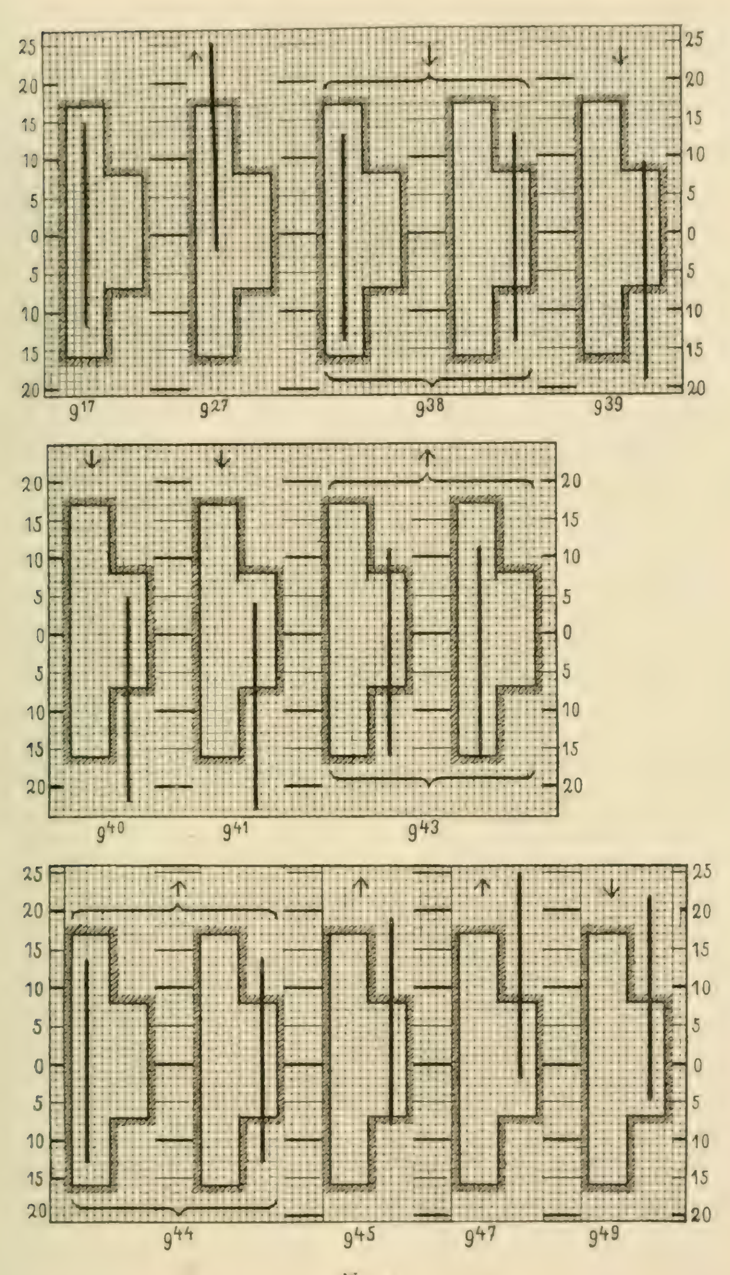
Nr. 3.

gelegt und dafür 6 Minuten gebraucht hatte, wurde er dann von $9^{52,5}$ bis 10^{02} gezwungen, einen 32 Teilstrich (21 + 11 Teilstrich passive Bewegung) langen Weg zurückzulegen, zu dem er 9,5 Minuten brauchte. Eine Wiederholung des Versuches erfolgte von 10^{02} bis $10^{13,5}$. Die Bahn betrug diesmal 33 Teilstriche und die dafür nötige Zeit 11,5 Minuten. Darauf wurde

noch von $10^{13,5}$ bis $10^{17,5}$ eine Verkürzung der Bahn vorgenommen, mit dem Ergebnis, daß jetzt für 11 Teilstriche (22 — 11 Teilstriche passive Bewegung) 4 Minuten gebraucht wurden. Zum Schluß ließ ich den Faden noch einmal in der normalen Weise hin- und herkriechen, wobei er 21 Teilstriche zurücklegte, was 7 Minuten dauerte.

Aus diesen Versuchen geht also deutlich hervor, daß die beschriebenen Pendelbewegungen der Oscillarien einzig und allein auf die Helligkeitsverhältnisse zurückzuführen sind. Solange sich die Fäden im gleichmäßig hellen Licht befanden, krochen sie in diesen Versuchen in ein und derselben Richtung weiter. Wenn sie aus der hellen in eine dunkle Region geraten, wird die Bewegung sistiert, sobald ein kleinerer oder größerer Teil des Fadens verdunkelt ist. Darauf setzt eine Bewegung in umgekehrter Richtung ein, die den Faden in die helle Region zurückbringt.

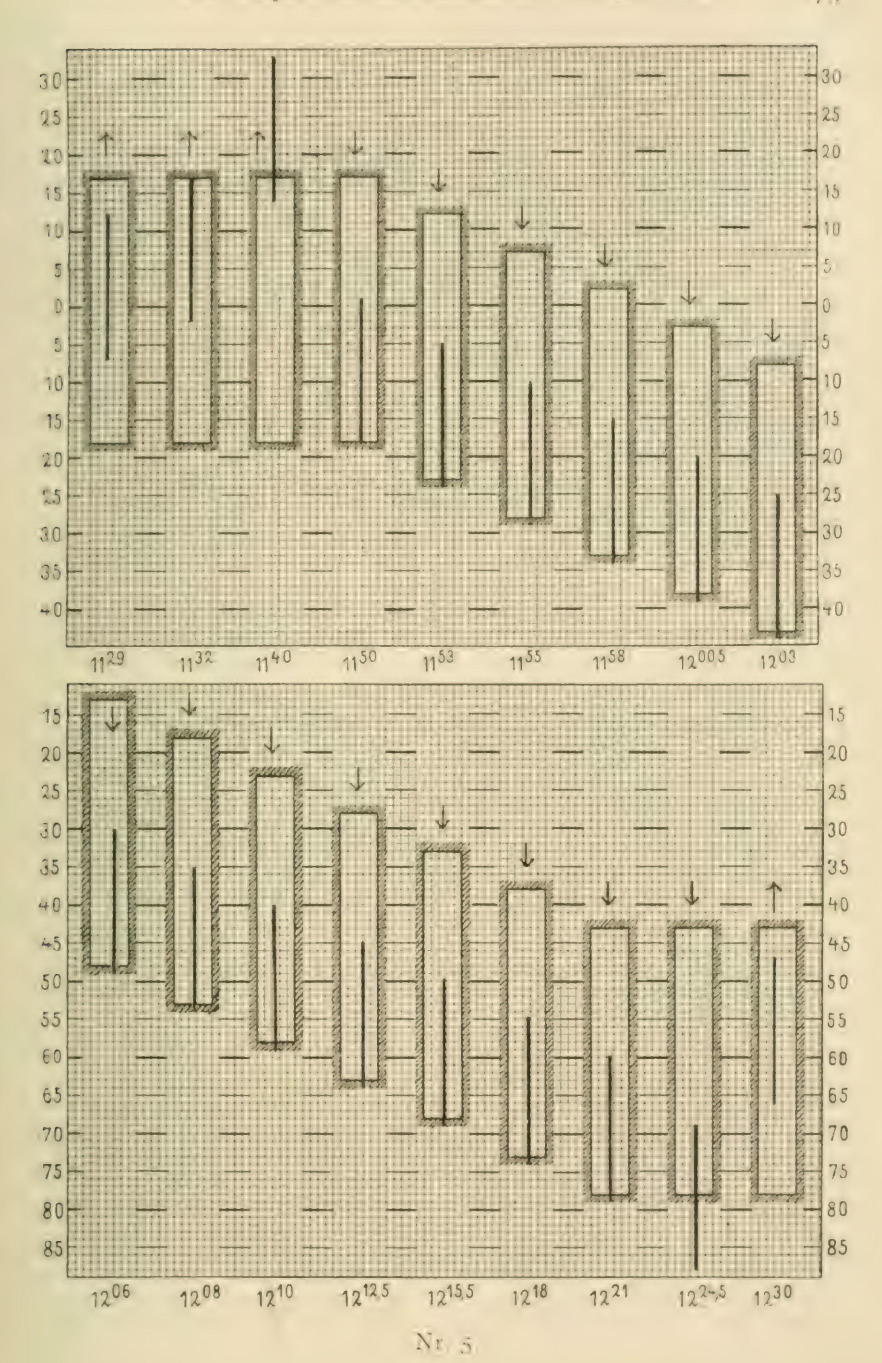
Die Feststellung, daß die Fäden fast immer mit einem beträchtlichen Teil ihres Körpers ins Dunkle kriechen müssen, ehe eine Reaktion eintritt, zeigte schon deutlich, daß die Perzeption des Lichtreizes in anderer Weise erfolgen muß, als die des chemischen Reizes. Denn wenn, wie dort die Spitzen besonders empfindlich wären, sollte man erwarten, daß die Fäden schon umkehren, wenn sie mit einem Ende gerade an die Grenze zwischen der hellen und dunklen Region kommen. Damit war ich der Lösung meiner Hauptaufgabe schon näher gekommen, aber es war nötig, die Verhältnisse noch genauer zu analysieren. Wenn die Spitzen stärker lichtempfindlich sind als der übrige Teil des Fadens, so ist anzunehmen, daß eine Reaktion sofort oder schneller eintritt, wenn beide Enden gleichzeitig verdunkelt werden. Das ließ sich leicht dadurch erreichen, daß ich den Spalt zunächst breiter machte und dann über zwei Ecken einer Längsseite kleine schwarze Papierstückchen klebte, so daß der Lichtfleck nun die Form eines liegenden kurzen |— hatte. Der zu untersuchende Faden wurde zunächst mit seiner ganzen Länge in den weiten Raum des Lichtfleckes gebracht (S. Nr. 4, 9^{17}). Wenn er dann seine Reaktionsfähigkeit gezeigt hatte (S. die Umkehr nach 9^{27}), wurde er in dem Augenblick, wo er sich mit seiner ganzen Länge im Licht-


25
20
15
10
5
0
5
10
15
20
g^{17}
g^{27}
g^{38}
g^{39}
g^{40}
g^{41}
g^{43}
g^{44}
g^{45}
g^{47}
g^{49}

Nr. 4.

fleck befand, seitlich in den engen Raum verschoben, so daß jetzt plötzlich beide Enden gleichzeitig verdunkelt waren (S. 9^{38}). Wie man an dem Diagramm sieht, hat das gar keinen Einfluß auf die Bewegung des Fadens. Er kriecht noch 9 Teilstriche weiter und kehrt erst um, wenn das hintere Ende schon wieder in dem Lichtfleck sich befindet (9^{41}). 9^{43} wurde der Faden dann wieder in die Erweiterung des Lichtfleckes gebracht und 9^{44} wurde die Spitzenverdunkelung noch einmal ausgeführt. Eine Beeinflussung blieb wie 9^{38} aus. Derartige Versuche habe ich eine ganze Reihe mit demselben Erfolg durchgeführt. Bedingung dabei war nur, daß der beleuchtete Teil des Fadens im Verhältnis zu dem verdunkelten nicht zu klein war. Genaue Werte lassen sich dafür nicht angeben, da ja, wie wir sahen, selbst ein und derselbe Faden in verschiedenen Fällen ganz verschieden weit verdunkelt werden muß, um eine Reaktion bei ihm auszulösen.

Aus den bisher geschilderten Versuchen ging hervor, daß die Verdunkelung der Spitzen keinen Einfluß auf die Bewegung ausübten, wenigstens wenn die Einwirkung der Dunkelheit nur einige Minuten dauert. Um auch zu prüfen, ob etwa eine längere Verdunkelung der Spitze allein einen anderen Erfolg hat, wurde der in Diagramm Nr. 5 wiedergegebene Versuch angestellt. Ich ließ den Faden einmal in der normalen Weise umkehren (11^{40}). Als er dann am entgegengesetzten Ende der Lichtfalle angekommen war (11^{50}), ließ ich ihn nur 1 bis 2 Teilstriche weit hinauskriechen und folgte dann fortgesetzt seinen Bewegungen mit der Lichtfalle, so daß immer nur die Spitze in die Dunkelheit ragte. Dies wurde, da ich den Spalt nicht gut auf längere Strecken gleichmäßig verschieben konnte, in Wirklichkeit so gemacht, daß das Präparat immer der Vorwärtsbewegung des Fadens entsprechend zurückgeschoben wurde, während der Lichtfleck an seinem Platze blieb. Da die Wirkung auf den Faden dieselbe war, als wenn ich den Spalt verschoben hätte, so wählte ich für das Diagramm diese sehr viel anschaulichere Art der Darstellung. Der Versuch zeigt, daß man die Spitze des Fadens über eine halbe Stunde lang (11^{50} bis 12^{21}) verdunkeln kann, ohne daß eine Änderung der Bewegungsrichtung eintritt. Als dem Faden am Schluß dagegen erlaubt


30
25
20
15
10
5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
11 29
11 32
11 40
11 50
11 53
11 55
11 58
12 005
12 03
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
12 06
12 08
12 10
12 12,5
12 15,5
12 18
12 21
12 24,5
12 30

Nr. 5

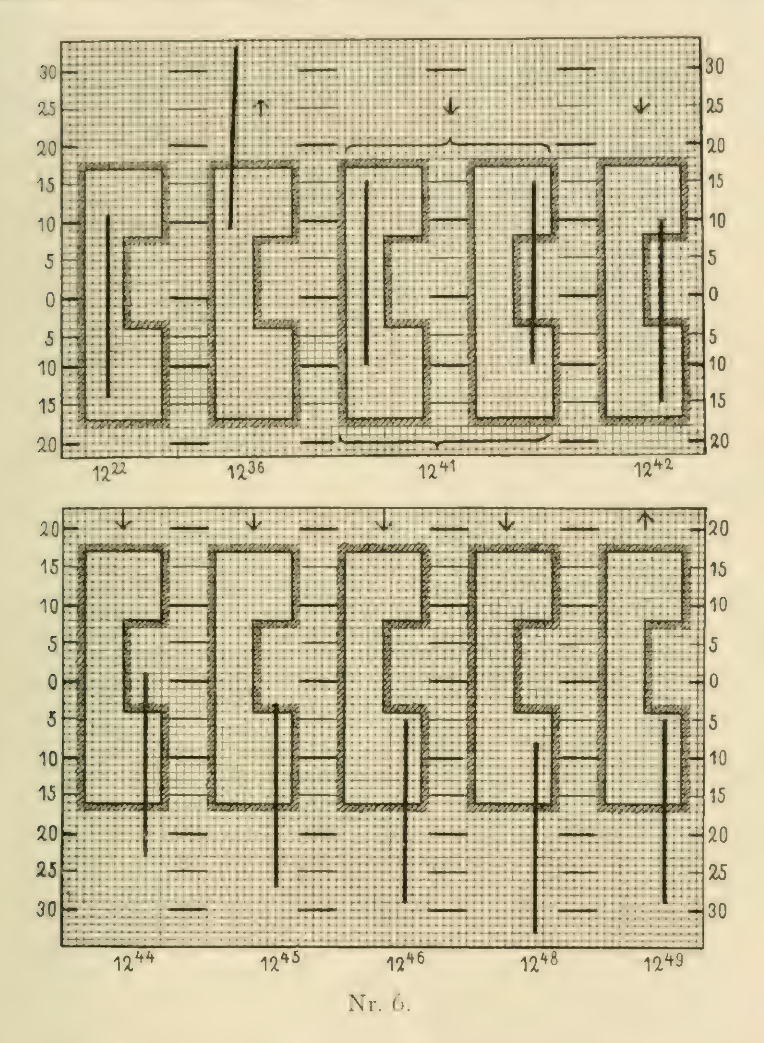
wurde, weiter in die Dunkelheit hineinzukriechen, kehrte er in der bekannten Weise um ($12^{24,5}$). Auch dieser Versuch wurde mehrfach mit dem gleichen Ergebnis wiederholt.

Es war also nunmehr klar, daß die Spitzen des Oscillarienfadens als besondere Perzeptionsstellen für den Lichtreiz nicht in Betracht kommen. Danach blieb nur noch die Möglichkeit, daß in der Mitte irgendwelche besonders lichtempfindliche Stellen vorhanden seien. Das wurde in ganz analoger Weise, wie bei den eben geschilderten Versuchen, durch alleinige Verdunkelung der Mitte geprüft. Zu diesem Zwecke wurde der verbreiterte Spalt in der Mitte der einen Längsseite mit einem vorspringenden schwarzen Papierstückchen versehen, so daß der Lichtfleck dann die Form eines liegenden ⊏ hatte. Ich gebe hier das Diagramm Nr. 6 von einem Versuche wieder, das ich wohl nach der genauen Schilderung des Versuches Nr. 4 nicht näher zu erläutern brauche. Man sieht, daß auch die Verdunkelung der Mitte keinen Einfluß auf die Bewegung des Fadens ausübt. Er kehrte erst um, als 12^{48} die hintere Spitze bereits den mittleren dunklen Raum wieder verlassen hatte.

Damit war die Frage »Ist bei den Oscillarien die Lichtperzeption auf bestimmte Stellen beschränkt, oder sind wenigstens Stellen vorhanden, die für Lichtreize empfindlicher sind als andere?« im negativen Sinne gelöst. Es blieb nur übrig, anzunehmen, daß die Fäden für den Lichtreiz überall gleichmäßig reizbar sind.

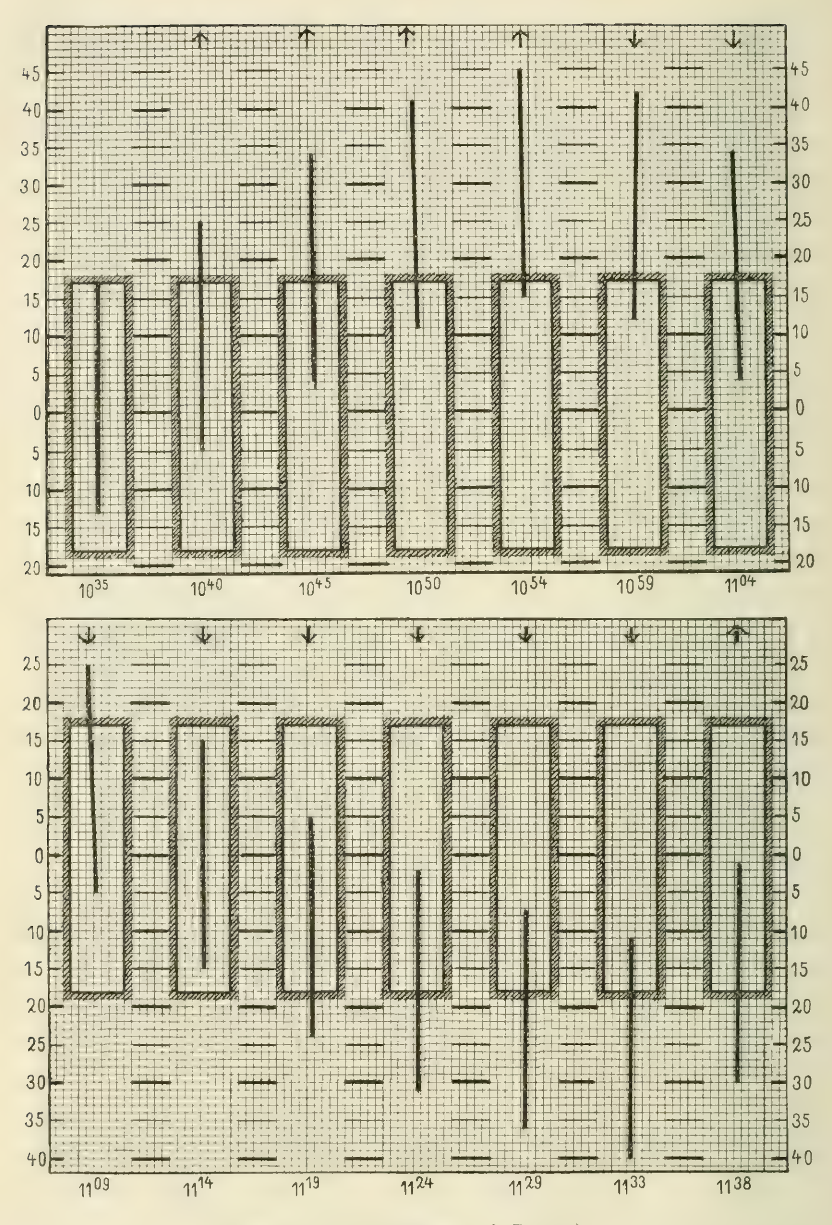
Dieser Schluß mußte noch zwingender werden, wenn sich nachweisen ließ, daß der Reizerfolg mit der Größe der gereizten Körperoberfläche zunimmt. Denn wenn der Faden in seiner ganzen Ausdehnung gleichmäßig reizbar ist, so muß die auf ihn einwirkende Reizmenge — konstante Intensität vorausgesetzt — um so größer werden, je länger das Stück ist, das vom Reiz getroffen wird. Deshalb habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, in denen ich den Reizerfolg bei teilweiser mit dem bei totaler Verdunkelung verglich. Im Diagramm Nr. 7 (s. S. 176 u. 178) ist ein solcher wiedergegeben. In diesem Falle brauchte der Faden, wenn er aus der Lichtfalle herauskroch und so teilweise verdunkelt wurde (10^{35} bis 10^{54}, 10^{16} bis 10^{33}, 11^{50} bis 12^{01}), durchschnittlich 16 Minuten ehe die Umkehrreaktion ein-

trat. Wenn der Faden aber durch Verschieben des Lichtfleckes total verdunkelt wurde, (11^{14} und 12^{16}), so trat die Um-



Nr. 6.

kehr einmal nach 2 Minuten ein (11^{16}). Das andere Mal (12^{16}) kam es sofort zum Stillstand, dem nach zwei Minuten die Umkehr folgte. Die Reaktion vollzog sich also achtmal so schnell bei totaler wie bei teilweiser Verdunkelung. Die Reaktionszeit bei der totalen Verdunkelung beträgt ziemlich konstant 1 bis



Nr. 7. Fortsetzung auf S. 178.

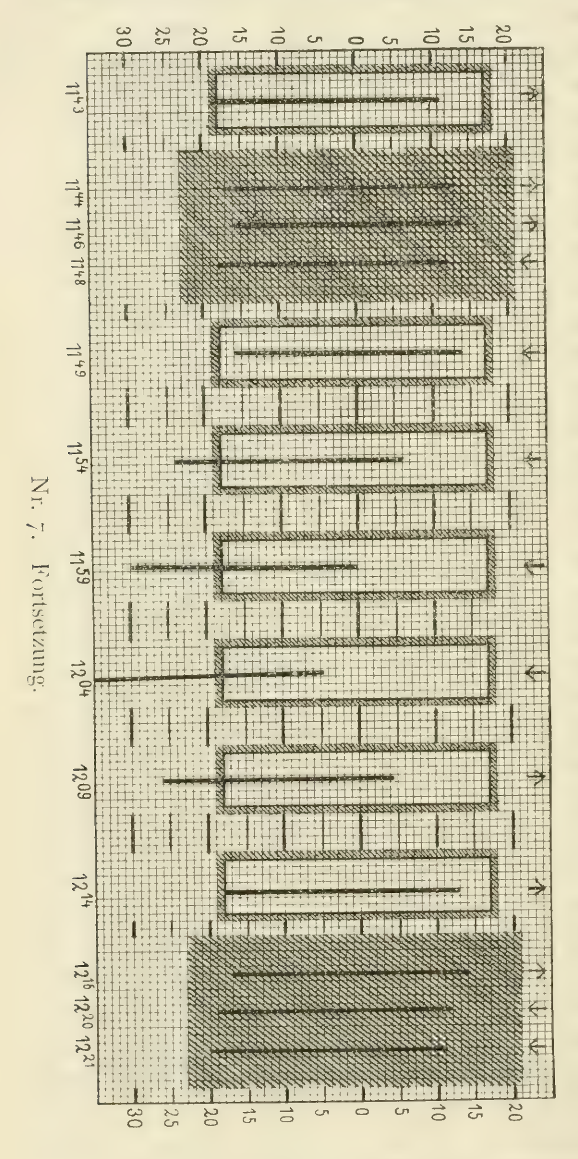
2 Minuten, bei der teilweisen Verdunkelung durch die Lichtfalle hängt sie natürlich davon ab, wie weit und wie schnell die Faden hinauskriechen. Deshalb findet man selten so starke Unterschiede wie in dem eben geschilderten Versuch. Um zu zeigen, daß der Unterschied zwar schwankend, aber doch durchweg ziemlich erheblich ist, teile ich hier noch die Reaktionszeiten für einige Versuche mit:

	Reaktionszeit bei	
	Teilweiser Verdunkelung	Totaler Verdunkelung
Nr. 1	4 Minuten	1 Minuten
„ 2	7,5; 3,5; 4,5 „	1; 1; 1 „
„ 3	2,5; 2,5; 2,5; 4,5 „	1; 1; 0,5 „
„ 4	10 „	2 „
„ 5	8; 3; 3 „	1 „
„ 6	11,5; 12,5; „	2 „

Wenn man den Durchschnitt aus allen meinen Beobachtungen berechnet, so findet man, daß die Umkehr bei totaler Verdunkelung 4,8mal schneller eintritt, als bei teilweiser Verdunkelung.

Hierher gehört auch die Beobachtung, daß der Faden um so langsamer kriecht, je tiefer sein Körper in die Dunkelheit vordringt und um so schneller, je mehr nach der Umkehr wieder von ihm belichtet ist. Am Diagramm No. 7 läßt sich das leicht feststellen. Bei dem ersten Vorstoß in die Dunkelheit sind die Geschwindigkeiten $\left(\frac{\text{Teilstriche}}{\text{Minuten}}\right)$ folgende: $10^{40-45} = 1{,}8$; $10^{45-50} = 1{,}4$; $10^{50-54} = 1{,}0$ dann tritt die Umkehr ein, und die Bewegung ins Helle setzt zunächst langsam ein: $10^{54-59} = 0{,}6$, um sich dann schnell zu beschleunigen: 10^{59} bis $11^{04} = 1{,}6$; $11^{04-09} = 1{,}8$; $11^{09-14} = 2{,}0$. Jetzt kommt der Faden wieder über die Dunkelgrenze und sofort sinkt die Geschwindigkeit: $11^{14-19} = 1{,}8$; $11^{19-24} = 1{,}4$; $11^{24-29} = 1{,}0$; $11^{29-33} = 1{,}0$. Dann kommt es zur zweiten Umkehr und bei der folgenden Bewegung ins Helle steigt die Geschwindigkeit gleich sehr stark: $11^{33-38} = 2{,}0$; $11^{38-43} = 2{,}4$. Einen ähnlichen Geschwindigkeitswechsel habe ich bei den phototaktischen Bewegungen sehr häufig gesehen. Er wird aber natürlich nur deutlich, wenn die Fäden ziemlich lang sind und außerdem weit in die dunkle Region hineinkriechen.

Das alles, die Verringerung der Reaktionszeit bei totaler Verdunkelung und die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Länge des verdunkelten Fadenstückes, entspricht den oben geäußerten Vermutungen. Der Reizerfolg bei konstanter Intensität ist abhängig von der Größe der gereizten Körperoberfläche, und das ist, wie gesagt, ein Grund mehr, anzunehmen, daß die Perzeptionsfähigkeit für den Lichtreiz bei den Oscillarien auf der ganzen Oberfläche gleichmäßig verteilt ist. Die Verhältnisse liegen also ganz anders wie beim chemischen Reiz, für den nach Fechner die Perzeptionsfähigkeit ungleichmäßig verteilt und an den Spitzen jedenfalls am stärksten ist. Hiermit wäre zum ersten Male festgestellt, daß bei einem niederen Organismus ein bestimmter Punkt für eine Reizform — in unserem Falle die chemische — als besondere Perzeptionsstelle dient,



Nr. 7. Fortsetzung.

während er für eine andere — die photische — nicht empfindlicher ist, als die übrige Körperoberfläche. Das ist uns von höheren Organismen ja ganz geläufig, war aber von niederen bisher noch nicht bekannt, (s. z. B. Jennings, H. S. Die niederen Organismen. Leipzig und Berlin. 1914. S. 409).

C. Die Leitung des Lichtreizes.

Es muß jetzt noch kurz auf den schwierigen Punkt der Reizleitung eingegangen werden. Dieser erledigt sich sehr einfach in allen den Fällen, wo eine von der Perzeptionszone deutlich getrennte Reaktionszone erkennbar ist. Deshalb konnte Fechner aus seiner Beobachtung, daß einerseits die Perzeption an der Spitze erfolgt, und daß andererseits die darauf einsetzende Rückwärtsbewegung an dem gegenüberliegenden Ende einsetzt, mit Sicherheit auf eine Leitung des chemischen Reizes schließen. Für den Lichtreiz ist das Problem schwerer zu entscheiden, weil keine besonderen Perzeptionsstellen vorhanden sind. Dadurch fehlt ein wesentliches Kriterium für den Nachweis einer Reizleitung. Dazu kommt, daß die Reaktion beim chemischen Reiz, wo eine Leitung nachgewiesen ist, ganz anders verläuft wie die beim Lichtreiz. Fechner schildert sie für den chemischen Reiz folgendermaßen[1]: »Die Bewegungsumkehr der Spitze der Oscillarien tritt bei höheren Konzentrationen der Reizstoffe und bei stark repulsiv wirkenden Stoffen innerhalb der ersten 30 Sekunden, bei niedrigeren Konzentrationen aber selten später als nach 60 Sekunden ein. Im Zusammenhang mit der Rückwärtsbewegung erfolgt meist bald eine Gestaltsveränderung eines Teiles des Fadens, die je nach der Stärke des Reizes verschieden ist. In ihrer schwächsten Form besteht sie in einer kaum merklichen Wellung des Fadens, die ich als »Werfung« bezeichnet habe. Ist der Reiz stärker, so bildet sich direkt oder in kurzer Entfernung hinter der Spitze entweder ein Bogen, oder der Faden schlängelt sich in mehreren im wesentlichen gleich großen Windungen, welchen Zustand ich »Ringelung« genannt habe. Diese Ringelung geht öfters in einen einzigen größeren Bogen über, sie kann aber auch bestehen bleiben und sich verstärken. Mitunter wird aus dem

[1]) L. c. S. 319.

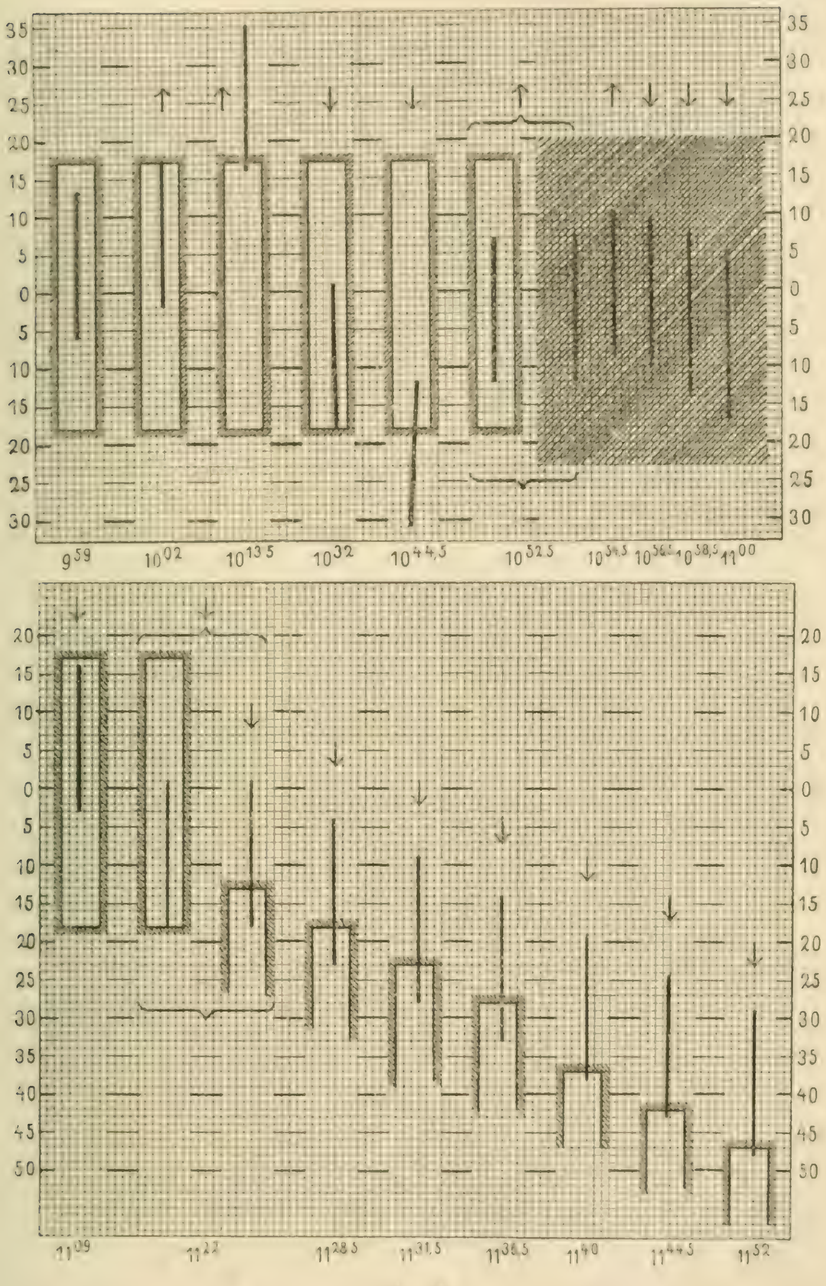
Bogen eine Schlinge, ja in seltenen Fällen sogar eine mehrfache Schlinge, ein Zopf.« Von solchen starken Krümmungen und Ringelungen ist, wie die Diagramme zeigen, beim Lichtreiz nichts zu beobachten. Unter im übrigen gleichmäßigen Bedingungen bleiben die Fäden im wesentlichen immer gerade, ob sie gereizt sind oder nicht. Außerdem ist der Unterschied in der Reaktionszeit auffallend. Sie beträgt beim Lichtreiz fast immer mehrere Minuten, d. h. jedenfalls das Mehrfache von der beim chemischen. Diese Differenzen im Reaktionsverlauf der beiden Reizformen deuten darauf hin, daß nicht nur die Perzeption, sondern auch die Leitung wesentlich verschieden vor sich geht.

Um diese Frage entscheiden zu können, müßte man ganz sichere Vorstellungen von dem Funktionieren des Bewegungsmechanismus unter den verschiedenen Reizbedingungen haben. Da wir darüber aber gar nichts wissen und selbst über den Bewegungsmechanismus unter normalen Bedingungen nur Rückschlüsse aus sekundären Erscheinungen ziehen können, so müssen wir uns mit der Aufstellung einer Arbeitshypothese begnügen. Um diese verständlich zu machen, muß ich kurz daran erinnern, was wir von dem Bewegungsmechanismus der Oscillarien mit Bestimmtheit wissen: 1. Er ist hauptsächlich in den Spitzen der Fäden lokalisiert. 2. Beim Kriechen in einer Richtung tritt immer nur der Mechanismus an dem vorangehenden Ende in Funktion. 3. Die Umkehr der Bewegung wird dadurch hervorgerufen, daß der Mechanismus an dem bisher vorangehenden Ende, dem positiven, zum Stillstand kommt und dafür an dem negativen einsetzt. Diese drei Punkte ergeben sich ohne weiteres aus den Fechnerschen Beobachtungen. Weniger sicher ist ein vierter Punkt, wonach die oben erwähnten Gestaltsveränderungen beim negativ chemotaktischen Reiz durch mangelhafte Korrelation der Umschaltungsbewegung veranlaßt wird: der Mechanismus setzt an dem negativen Ende schon kräftig ein, ehe er an dem positiven zum Stillstand gekommen ist. Nehmen wir aber auch diesen Punkt einmal als Tatsache, so würde sich der verschiedene Reaktionsverlauf vielleicht folgendermaßen erklären lassen. Der chemische Reiz beeinflußt immer zunächst das negative Ende des Fadens, er setzt dort

sehr schnell den Bewegungsmechanismus in Funktion, und dieser bewirkt dann durch Korrelation erst nachträglich und ziemlich langsam, daß der Mechanismus am positiven Ende zum Stillstand kommt. Eine Zeit lang arbeiten also die Mechanismen gegen einander und dadurch kommen Krümmungen des Fadens zustande, die sich erst ausgleichen, wenn der Mechanismus am positiven Ende still steht. Der photische Reiz wirkt in erster Linie verlangsamend auf den Bewegungsmechanismus am positiven Ende ein, erst hiernach kommt auf korrelativem Wege die Beschleunigung am negativen Ende zustande. Es kann also niemals zu einem Antagonismus der beiden Mechanismen kommen, wodurch es sich erklärt, daß die Faden beim Lichtreiz immer gerade bleiben. Diese Hypothese würde es auch verständlich machen, weshalb die Reaktionszeit beim Lichtreiz so erheblich viel länger dauert als beim chemischen. Denn wenn die Fechnersche Theorie richtig ist, daß das bewegende Agens in ausgeschiedenem Schleim besteht, muß dieser auch noch nach der Ausscheidung weiter quellen und den Faden solange in positiver Richtung vorwärts schieben, bis die durch Korrelation hervorgerufene Ausscheidung am negativen Ende so stark geworden ist, daß sie jene positive Bewegung überwindet. Erst in diesem Moment wird also beim Lichtreiz die Reaktion äußerlich erkennbar werden. Beim chemischen Reiz dagegen, wo die Reaktionen mit einer verstärkten Ausscheidung an dem negativen Ende beginnen, muß sich dies sofort, entweder durch Krümmung des Fadens oder eine negative Bewegung auch äußerlich zeigen. Ebenso stimmt es mit dieser Vorstellung gut überein, daß die Fäden so verschieden weit in die Dunkelheit vordringen. Wenn die Schleimausscheidung vor dem Reizeintritt stark war, wird es länger dauern, wenn sie schwach war, kürzer, bis die Quellung aufhört. Unter Umständen wird die Quellung so stark sein, daß der Faden aus der Lichtfalle entschlüpft ist, ehe die Ausscheidung am negativen Ende wirksam einsetzen konnte. Auch dieser Fall wurde ja einige Male beobachtet.

Etwas tiefer kann man in das Problem der Leitung des Lichtreizes noch eindringen, wenn man versucht, eine Bewegungsumkehr der Oscillarien dadurch zu erreichen, daß man den

größten Teil des Fadens von hinten beschattet und dabei die Spitze im Hellen läßt. Da festgestellt war, daß die Spitze nicht besonders reizempfindlich ist, und daß die Umkehrreaktion eintritt, wenn nur ein genügend großes Stück der Körperoberfläche gereizt wird, so konnte man bei diesem Versuch eine Änderung der Bewegungsrichtung erwarten. Tatsächlich verläuft er nun aber in der im Diagramm Nr. 8 wiedergegebenen Weise. Zunächst wurde festgestellt, wie viel schneller der betreffende Faden bei totaler als bei teilweiser Verdunkelung reagiert. Die normale Umkehr (10^{02} bis $10^{13,5}$ und 10^{32} bis $10^{44,5}$) dauerte 11,5 bzw. 12,5 Minuten, die Umkehr bei totaler Verdunkelung ($10^{54,5}$ bis $10^{56,5}$) erfolgte nach 2 Minuten, also 5 bis 6 mal schneller. Nachdem sich so gezeigt hatte, daß auch bei diesem speziellem Faden die Stärke der Reaktion in deutlicher Abhängigkeit von der Größe der gereizten Oberfläche stand, wurde der Faden wieder ganz beleuchtet (11^{09}) und nach einiger Zeit (11^{22}) wurden die hinteren drei Viertel des Fadens plötzlich verdunkelt. In der bei Besprechung des Diagrammes Nr. 5 geschilderten Weise folgte ich darauf mit dem Schatten den Bewegungen des Fadens, so daß bis $11^{36,5}$ immer nur ein Viertel des Vorderendes im Hellen, die übrigen drei Viertel im Dunkeln blieben. Dann wurde der Faden noch weiter verdunkelt, so daß nur die äußerste Spitze 1 bis 2 Teilstrich weit im Hellen blieb. Trotzdem dieser Versuch eine halbe Stunde lang, von 11^{22} bis 11^{52}, fortgesetzt wurde, änderte sich die Bewegungsrichtung nicht und auch in der Geschwindigkeit traten nur unwesentliche Schwankungen ein. Dieses Resultat, das bei Wiederholung des Versuches immer wieder eintrat, entsprach also nicht den Erwartungen, nach denen es ganz einerlei sein mußte, ob man den Faden vorn oder hinten verdunkelt. Da die Perzeptionsfähigkeit an allen Enden die gleiche ist, so läßt sich das verschiedene Ergebnis nur durch die Annahme erklären, daß die Leitung des Dunkelreizes in dem zuletzt geschilderten Versuche auf Schwierigkeiten stößt. Diese könnten nicht auftreten, wenn der Dunkelreiz nach dem Hinterende geleitet würde, denn auf diesem Wege sind die äußeren Bedingungen wegen der überall gleichmäßigen Beschattung des in Betracht kommenden Fadenstückes überall dieselben. Nur auf dem Wege


35
30
25
20
15
10
5
0
5
10
15
20
25
30
9⁵⁹
10⁰²
10¹³·⁵
10³²
10⁴⁴·⁵
10⁵²·⁵
10⁵⁴·⁵
10⁵⁶·⁵
10⁵⁸·⁵
11⁰⁰
11⁰⁹
11²²
11²⁸·⁵
11³¹·⁵
11³⁶·⁵
11⁴⁰
11⁴⁴·⁵
11⁵²

Nr. 8.

nach dem Vorderende sind Störungen in der Reizleitung denkbar, weil der Faden hier teils beschattet und teils beleuchtet ist, die äußeren Bedingungen also jedenfalls ungleichmäßig sind. Wir können also schließen, daß der Dunkelreiz nach dem Vorderende geleitet werden muß, um überhaupt wirksam zu werden. Das ist derselbe Schluß, den wir oben in hypothetischer Form aus dem verschiedenen Reaktionsverlauf beim chemischen und beim photischen Reize zogen, und der durch das Ergebnis des Versuches Nr. 8 sehr an Überzeugungskraft gewinnt.

Worin können nun die Schwierigkeiten der Leitung unter den im Versuch 8 gegebenen Bedingungen beruhen? Offenbar liegen sie darin, daß es nicht möglich ist, den Dunkelreiz über ein beleuchtetes Stück des Fadens hinzuleiten. Er kann also in vollkommen genügender Weise perzipiert sein und dennoch unwirksam bleiben, wenn zwischen der Stelle der Perzeption und der der Reaktion eine belichtete Strecke des Körpers liegt. Diese Feststellung scheint mir wichtig zu sein, weil es wohl möglich wäre, daß auch die Lichtreaktionen der Schwefelbakterien sich auf diese Weise erklären. Bekanntlich nimmt man seit Engelmann an, daß bei diesen die Lichtempfindlichkeit in der der Geißel zunächst gelegenen Partie des Körpers lokalisiert sei. Zuletzt hat Buder in seiner oben erwähnten Arbeit sehr anschauliche Belege für diese Ansicht beigebracht. Aber er hat auch verschiedene Beobachtungen gemacht, die mit der Engelmannschen Theorie nicht recht in Einklang zu bringen sind[1]. Die Schwierigkeiten, die sich daraus ergeben, sind vielleicht aus dem Wege zu räumen, wenn man prüft, ob nicht auch bei den Schwefelbakterien die Empfindlichkeit für Lichtreize auf dem ganzen Körper gleichmäßig verteilt ist und nur ähnliche Störungen in der Reizleitung wie bei den Oscillarien für die verschiedenen Reaktionen bei Beschattung des Vorder- und Hinterendes verantwortlich zu machen sind.

D. Die Wirkungen leichter Intensitätsschwankungen.

Somit war die Aufgabe, die ich mir zu Anfang gestellt hatte, gelöst, aber im Laufe der Untersuchung war eine neue

[1]) l. c., S. 576—579.

oder vielmehr alte Frage aufgetaucht, die eine Antwort verlangte: Ist es die Richtungs- oder die Intensitätsempfindlichkeit, die die phototaktischen Bewegungen der Oscillarien hervorruft? Pieper war der Ansicht, daß sie in der Hauptsache als Reaktionen auf die Richtung des Lichtes aufzufassen sind. Da diese Vorstellung im Widerspruch steht mit der sich immer mehr einbürgernden Theorie, daß die Empfindung der Lichtintensität der alleinige Reizanlaß für die phototaktischen Bewegungen der niederen Organismen ist[1], und meine Versuche gezeigt hatten, daß die Unterschiede zwischen Hell und Dunkel von den Oscillarien deutlich perzipiert werden, so blieb es zu prüfen, ob sie nicht auch auf geringere Intensitätsunterschiede der Helligkeit reagieren.

Pieper hat seine Versuche im wesentlichen so angestellt, daß er eine kleine Portion Oscillarienfäden in eine mit Kieselgallerte beschickte Petrischale impfte und diese Kultur dann in eine heliotropische Kammer brachte, wo sie dem einseitigen Lichteinfall ausgesetzt wurde. Die Oscillarien breiteten sich zunächst radial gleichmäßig aus; erst nach etwa 2 Stunden wurde eine phototaktische Reaktion in der Weise bemerkbar, daß die Ausbreitung der Fäden auf der dem Licht zugekehrten Seite des Impffleckes stärker wird als auf der dem Licht abgekehrten. Ich konnte unter Benutzung der Pieperschen Apparatur feststellen, daß die Intensitätsunterschiede innerhalb der Petrischalen noch so groß sind, daß sie sich auf photographischem Papier, das in die Schalen gelegt wird, noch deutlich markieren. Natürlich sind aber diese Differenzen verhältnismäßig schwach und es fragt sich, ob solche geringen Helligkeitsunterschiede von den Oscillarien noch wahrgenommen werden können. Um das zu prüfen, verglich ich die Geschwindigkeit der Fäden bei heller Beleuchtung mit der bei ganz leichter Beschattung. Das Mikroskop stand dabei im Dunkelzimmer unter einem Pappzylinder, vor einer Lampe. Das Licht fiel durch eine Öffnung des Zylinders auf den Spiegel, so daß das Präparat von oben kein Licht bekam. Die Beschattung wurde mit dünnem Öl- oder Pauspapier vorgenommen, das ich zwischen

[1]) S. z. B. Pringsheim E. G. die Reizbewegungen der Pflanzen. Berlin, 1912. S. 194—95.

Lampe und Spiegel schob. Um die Wärmewirkung der Lampe, die bei der vollen Beleuchtung des Spiegels ziemlich erheblich war, auszuschalten, wurde das Licht durch eine Kuvette mit kaltem Wasser geschickt, ehe es auf den Spiegel traf. Die Versuche konnten nie sehr lange ausgedehnt werden, weil nach einiger Zeit immer entweder eine Umkehr oder eine Krümmung eintrat, worauf der Versuch abgebrochen werden mußte. Bemerken will ich noch, daß ich für diese Beobachtungen lange gerade Fäden benutzte, weil diese sich am schnellsten bewegen.

Ich will nun die Protokolle einiger Versuche hier mitteilen.

Versuch 1 bis 4 sind abwechselnd 6 Minuten hell beleuchtet und 6 Minuten mit einer 4fachen Lage Pauspapier beschattet.

Versuch 1

hell	0—6	Min.	= 30,0	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 22,0	„
hell	12—18	„	= 31,0	„
beschattet	18—24	„	= 22,0	„
hell	24—30	„	= 28,0	„

Versuch 2

hell	0—6	Min.	= 24,5	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 19,0	„
hell	12—18	„	= 25,0	„
beschattet	18—24	„	= 19,0	„
hell	24—30	„	= 26,5	„

Versuch 3

hell	0—6	Min.	= 28,5	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 19,5	„

Versuch 4

hell	0—6	Min.	= 24,0	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 16,0	„
hell	12—18	„	= 23,0	„

Versuch 5 mit nur einem Blatt Pauspapier beschattet

hell	0—6	Min.	= 33,0	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 25,0	„
hell	12—18	„	= 29,5	„
beschattet	18—24	„	= 27,5	„
hell	24—30	„	= 29,5	„
beschattet	30—36	„	= 27,5	„

Versuch 6 bis 13
abwechselnd 6 Minuten hell beleuchtet und mit einem ganz dünnen Ölpapier beschattet

Versuch 6

hell	0—6	Min.	= 31,5	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 25,5	„
hell	12—18	„	= 28,0	„
beschattet	18—24	„	= 23,5	„

Versuch 7

hell	0—6	Min.	= 38,0	Teilstr.
beschattet	6—12	„	= 33,0	„
hell	12—18	„	= 37,0	„
beschattet	18—24	„	= 33,0	„

Versuch 8

hell	0—6 Min.	= 32,5 Teilstr.
beschattet	6—12 „	= 30,5 „
hell	12—18 „	= 32,0 „
beschattet	18—24 „	= 29,5 „
hell	24—30 „	= 31,5 „
beschattet	30—36 „	= 29,0 „

Versuch 9

hell	0—6 Min.	= 38,0 Teilstr.
beschattet	6—12 „	= 30,0 „

Versuch 10

hell	0—6 Min.	= 30,0 Teilstr.
beschattet	6—12 „	= 28,0 „

Versuch 11

hell	0—6 Min.	= 33,0 Teilstr.
beschattet	6—12 „	= 30,0 „
hell	12—18 „	= 35,0 „

Versuch 12

hell	0—6 Min.	= 32,0 Teilstr.
beschattet	6—12 „	= 30,0 „

Versuch 14

hell	0—6 Min.	= 26,5 Teilstr.
beschattet	6—12 „	= 20,0 „

Versuch 14

Die erste und zweite Beschattung mit einem dünnen Ölpapier, die dritte und vierte Beschattung mit zwei Blatt Ölpapier.

hell	0—6 Min.	= 32,5 Teilstr.
beschattet mit 1 Blatt	6—12 „	= 31,0 „
hell	12—18 „	= 33,0 „
beschattet mit 1 Blatt	18—24 „	= 32,5 „
hell	24—30 „	= 35,0 „
beschattet mit 2 Blatt	30—36 „	= 31,5 „
hell	36—42 „	= 33,0 „
beschattet mit 2 Blatt	42—48 „	= 29,0 „

Es ist also tatsächlich nicht daran zu zweifeln, daß auch eine nur ganz leichte Beschattung schon von den Oscillarien wahrgenommen und von ihnen mit einer Verlangsamung ihrer Bewegung beantwortet wird. Wenn die Beschattung aufhört, steigert sich auch die Geschwindigkeit wieder, was bei allen Versuchen zu konstatieren war. Unter diesen Umständen wird man den Intensitätsunterschieden eine größere Bedeutung für die phototaktischen Reizbewegungen der Oscillarien zuschreiben dürfen. Man kann sich wohl vorstellen, daß die stärkere Ausbreitung der Fäden, die Pieper in seinen heliotropischen Kammern nach der Lichtseite hin beobachtete, dadurch zustande kommt, daß die in eine höhere Lichtintensität gelangenden Fäden ihre Geschwindigkeit steigern. Um über diese Frage absolute Gewißheit zu erlangen, müßte man die Lichtverhalt-

nisse unter den Pieperschen Versuchsbedingungen genau photometrisch festlegen. Dann müßten die Fäden unter dem Mikroskop den in den Kulturschalen beobachteten Intensitätsunterschieden ausgesetzt werden. So ließe sich entscheiden, ob die Geschwindigkeitsdifferenzen genügen, um die verschieden starke Ausbreitung auf der positiven und negativen Seite zu erklären. Diese quantitative Analyse konnte ich aus technischen Gründen nicht durchführen, sondern mußte mich mit der Feststellung begnügen, daß die prinzipielle Möglichkeit vorliegt, die Verhältnisse in der erwähnten Weise zu deuten.

D. Der Einfluß der Lichtrichtung.

Nachdem ich hier habe zeigen können, daß das Empfindungsvermögen für auch nur sehr geringe Intensitätsunterschiede bei dem Zustandekommen einer phototaktischen Reaktion jedenfalls mitzuwirken imstande ist, bleibt die Frage zu untersuchen, ob sich alle phototaktischen Bewegungen durch dieses photometrische[1] Empfindungsvermögen erklären lassen.

Pieper hatte sich für die Mitwirkung der Richtung des Lichtes hauptsächlich auf Grund folgenden Versuches entschieden[2]: »Nach . . . . . . gehen wir zu der viel umstrittenen Frage über, ob im Sinne Strasburgers der Reizerfolg durch die Richtung des Lichtes oder nach Oltmanns durch Helligkeitsdifferenzen bedingt sei.

Die Versuchsanordnung war folgende: Im Dunkelzimmer befand sich 1,50 m weit von einer Tantallampe entfernt eine Oscillarienkolonie. Der hintere Teil der Schale wurde etwas erhöht, so daß auf diese Weise eine Neigung des Substrates gegen die Horizontale um zirka 35° erreicht wurde. Intensitätsmessungen mittelst photographischer Platten und Bromsilberpapier ergaben eine völlig gleiche Intensität über den ganzen Bezirk der Schale. Wäre nun der Reizerfolg lediglich von

[1]) Oltmanns spricht in seiner bekannten Arbeit (Flora 1892, 183—266) von »photometrischen Bewegungen«, die die Organismen ausführen, um die Region optimaler Lichtintensität aufzusuchen. Das ist natürlich nicht genau dasselbe, wie die Geschwindigkeitsänderung der Oscillarien in verschiedenen Intensitäten. Da es sich aber offenbar prinzipiell um die gleichen Dinge handelt, glaubte ich den Ausdruck auch hier anwenden zu sollen.

[2]) l. c. S. 66.

Intensitätsdifferenzen abhängig, so müßte unter diesen Versuchsbedingungen nach allen Seiten vom Impffleck eine gleich starke Ausbreitung erfolgen; da jedoch die Mehrheit der Fäden nach der dem Licht zugekehrten Seite der Schale wanderte, so ist die oben gestellte Frage im Sinne Strasburgers zu beantworten, d. h. die Richtung ist für die Oscillarien der maßgebende Faktor.« Ich habe diesen Versuch mit demselben Ergebnis wiederholt und muß gestehen, daß er mich in meinem Urteil über die Natur der Lichtreizbarkeit der Oscillarien unsicher gemacht hat. Man muß ihnen schon eine außerordentlich große Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede zuschreiben, wenn man diesen Erfolg mit der Intensitätstheorie erklären will.

Ich versuchte deshalb, ob ich etwa bessere Resultate mit der mikroskopischen Beobachtung eines Richtungswechsels der Oscillarien bei plötzlicher Änderung der Lichtrichtung erlangen würde, bei der Pieper nur sehr unsichere Resultate erhalten hatte. Es hätte daran liegen können, daß, wie bekannt, sich die Lichtrichtung in gewöhnlichen Glasgefäßen wegen der zahlreichen Reflexe gar nicht feststellen läßt. Ich wählte deshalb folgende Versuchsanordnung. Es wurde im Dunkelzimmer gearbeitet, und als Lichtquelle diente eine Nernstlampe von 500 Kerzen Stärke. Ihr im übrigen abgeblendetes Licht fiel durch ein horizontal gestelltes Mikroskop, dessen Okularseite nach der Lampe zu gerichtet und dessen Spiegel entfernt war. Wenn ich an dem Mikroskop den Abbeschen Kondensor durch den oben geschilderten mit langer Brennweite ersetzte, so konnte ich auf diese Weise ein Lichtbündel von ziemlicher Intensität und praktisch fast paralleler Strahlenrichtung erzeugen. Um nun mit diesem Lichtbündel die Fäden tatsächlich in einer Richtung parallel zur Substratoberfläche zu treffen, unter möglichstem Ausschluß aller Reflexe, waren noch eine Reihe weiterer Maßregeln nötig. Die Ränder des Gallertblockes, auf dem sich die Fäden bewegen sollten, mußte ganz scharfkantig und seine Oberfläche absolut eben sein. Das ließ sich mit dem früher geschilderten Ausstechen nicht erreichen. Deshalb wurden große Petrischalen von ca. 25 cm Durchmesser mit Objektträgern ausgelegt und mit so viel Wasserglas-Salzsäure gefüllt, daß die Objektträger ca. 6 mm überschichtet waren. Nach dem Erstarren der Gallerte und

genügender Wässerung wurden die Schalen an verschiedenen Stellen mit Oscillarien geimpft und darauf dunkel gestellt. Wenn sich die Fäden am anderen Tage ausgebreitet hatten, wurden die Objektträger mit der Gallerte und den darauf vereinzelt sitzenden Fäden herausgeschnitten. Nachdem dann mit der Lupe die geeignetste Stelle des Objektträgers gefunden war, wurde die überflüssige Gallerte mit einem scharfen Messer abgeschnitten, so daß schließlich ein Block von etwa 15 mm Kantenlänge darauf sitzen blieb, auf dem sich die für den Versuch bestimmten Fäden befanden. Um das Präparat vor dem Austrocknen zu schützen, wurde ein viereckiges Glaskästchen von 20 mm Kantenlänge und 8 mm Höhe, das ohne Boden und ohne Deckel war, um den Gallertblock herumgestellt und ein Deckglas darüber gedeckt. Die Seite des Glaskästchens, durch die das Licht einfallen sollte, bestand aus dünnem Spiegelglas, die anderen drei Seiten waren von innen berußt. War das Präparat in dieser Weise hergerichtet, was beim Lichte einer blauen Lampe geschah, kam es auf den Kreuztisch eines zweiten Mikroskops, dessen Höhe in der Bahn des eben besprochenen Lichtbündels lag. Um auch die lichtzerstreuende Wirkung der Gallerte auszuschalten, war in der Bahn des Lichtbündels noch eine hoch und tief verstellbare Blendung angebracht, die es ermöglichte, nur gerade den oberen Rand des Gallertblockes mit den Fäden seitlich zu beleuchten. Da dieses Licht zur Beobachtung, die mittels eines Okkularnetzmikrometers erfolgte, nicht genügte, mußte von unten noch stark gedämpftes blaues Licht aus einer zweiten Lichtquelle einfallen.

Das wirksame Licht fiel also in meinen Versuchen tatsächlich nur von einer Seite parallel ein und auch Reflexe waren durch die innere Berußung so gut wie ausgeschlossen. Trotzdem habe ich nun niemals gesehen, daß die Fäden phototropische Krümmungen ausführten. Ich glaube bestimmt behaupten zu können, daß die Oscillarien sich nicht durch zweckentsprechende Krümmungen in die Richtung der Lichtstrahlen einstellen.

Ich glaube auch, daß man aus einer anderen Orientierungsbewegung, die Pieper beschrieben hat, der Diaphototaxis, nicht ohne weiteres auf einen richtenden Einfluß der Lichtstrahlen

schließen kann. Bei gewisser Intensität des Lichtes — wie er annimmt, der optimalen — sollen die Oscillarien sich senkrecht zur Lichtrichtung einstellen und in dieser Stellung unter langsamen Hin- und Herkriechen verharren, bis ihre Beweglichkeit aufhört. Ich habe die Pieperschen Versuche unter verschiedenen Bedingungen nachgemacht, bin aber zu widerspruchsvollen Ergebnissen gekommen. Manchmal glaubte ich die Pieperschen Beobachtungen voll bestätigen zu können, manchmal zeigte sich aber unter den gleichen Bedingungen auch nichts von der Diaphototaxis. Bei den mikroskopischen Untersuchungen mit der oben beschriebenen Apparatur sah ich einige Male, daß sich die Fäden, die ursprünglich einen Winkel von 45° mit der Lichtrichtung gebildet hatten, nach 1 bis 2 Stunden eine Stellung senkrecht zum Lichteinfall eingenommen hatten. Wenn ich dann solche Fäden so beleuchtete, daß das Licht parallel zu ihrer Längsachse einfiel, in der Erwartung, daß sie sich nun wieder senkrecht einstellen würden, habe ich damit nie Erfolg gehabt. Andererseits habe ich auch gesehen, daß die Fäden, die sich erst senkrecht gestellt hatten, später wieder einen kleinen Winkel mit den Lichtstrahlen bildeten. Diese Richtungsänderungen kommen, wie ich noch einmal betonen will, nicht durch phototropische Krümmungen zustande. Die Fäden behalten ihre gerade Gestalt im wesentlichen immer bei und kriechen dauernd hin und her. Durch Summierung der hierbei auftretenden kleinen Winkelabweichungen kommt es aber, daß die Fäden nach einiger Zeit eine ganz andere Stellung zur Lichtrichtung einnehmen. Ich halte es deshalb nicht für unmöglich, daß die von Pieper beobachtete Querstellung mehr eine zufällige Erscheinung ist, die zur Lichtrichtung keine direkten Beziehungen hat. Zu einem endgültigen Urteil darüber bin ich aber nicht gekommen, dazu waren die makroskopischen wie die mikroskopischen Beobachtungen, die ich gemacht habe, nicht eindeutig genug. Jedenfalls braucht man meiner Meinung nach in der „Diaphototaxis" keinen Beweis dafür zu sehen, daß die Oscillarien phototropisch reizbar sind, denn es könnte sehr wohl sein, daß sich die Fäden deshalb quer zur Lichtrichtung stellen, weil das die einzige Stellung ist, in der beide Enden eines längeren Fadens genau die gleiche Intensität genießen.

Ganz ähnlich steht es mit den Klinostatenversuchen Piepers. Er hat hierbei die Geschwindigkeit von Fäden in einer heliotropischen Kammer mit solchen verglichen, die im diffusen Licht an der vertikalen Achse des Klinostaten gedreht wurden. Er konstatierte, daß sich die im heliotropischen Kasten in positiver Richtung kriechenden Fäden um etwa 23% schneller bewegten als die in den Klinostatenkulturen, und führte das darauf zurück, daß bei letzteren der einseitig richtende Einfluß des Lichtes fehlte. Ich habe diese Versuche nachgeprüft und mich von der Richtigkeit der Beobachtungen überzeugen können. Dagegen glaube ich, daß man die Tatsachen auch in diesem Falle anders deuten kann. Bei der Drehung auf dem Klinostaten kommen die Fäden abwechselnd in stärkere und in schwächere Intensitäten, während in der heliotropischen Kammer sich die Intensität für die Fäden von Stunde zu Stunde steigert. Dies könnte — ausreichende Intensitätsempfindlichkeit der Fäden vorausgesetzt — wohl genügen, um die Verringerung der Geschwindigkeit auf dem Klinostaten zu erklären.

Bin ich aus allen diesen Gründen, besonders aus dem Fehlen deutlicher tropistischer Krümmungen, auch geneigt, dem photometrischen Empfindungsvermögen die wichtigste Rolle bei den phototaktischen Bewegungen der Oscillarien zuzuschreiben, so bleibt doch die Möglichkeit der Beeinflussung durch die Richtung des einfallenden Lichtstrahls bestehen.

F. Zusammenfassung.

1. Der Lichtreiz wird bei den Oscillarien nicht mit bestimmten Stellen ihres Körpers perzipiert, sondern der ganze Faden ist in gleicher Weise reizempfindlich.

2. Ein Lichtreiz gleicher Intensität wird um so stärker empfunden, je größer die Körperoberfläche ist, die von dem Reiz getroffen wird.

3. Die Leitung des Lichtreizes scheint wesentlich anders vor sich zu gehen als die beim chemischen Reiz. Der durch Beschattung hervorgerufene Reiz kann über ein beleuchtetes Stück des Fadens nicht hinweggeleitet werden.

4. Auf Lichtreize wechselnder Intensität reagieren die Oscillarien durch Veränderung ihrer Geschwindigkeit. Bei Einwir-

kung schwächerer Intensität verlangsamt und bei Einwirkung stärkerer Intensität beschleunigt sich die Bewegung. Ein starker Intensitätswechsel von hell in dunkel bewirkt Umkehr der Bewegungsrichtung. Ein Wechsel von dunkel in hell dagegen hat keinen Einfluß auf die Richtung der Bewegung.

5. Phototropische Krümmungen sind an den Oscillarien nicht zu beobachten. Trotzdem muß die Frage unentschieden bleiben, ob die Phototaxis nur durch Helligkeitsdifferenzen bedingt wird, oder die Richtung des Lichtes bei ihrem Zustandekommen mitwirkt.

Besprechungen.

Möbius, M., Mikroskopisches Praktikum für systematische Botanik. II. Kryptogamae und Gymnospermae.

Berlin. 1915. Gebr. Bornträger. 8⁰. 314 S. 123 Abb.

Verf. gibt hier den 2. Band des im Jahre 1912 (diese Zeitschrift 1913, **5**, 40) erschienenen Praktikums, in welchem die Angiospermen behandelt wurden. Das Buch ist eigentlich mehr ein kurzes Lehrbuch oder Repetitorium, es gibt die wichtigsten Daten über zahlreiche, auch kleine Familien und Gruppen. Die Gewinnung des Materials wird kurz, oft zu kurz angegeben, auch die technische Behandlung der einzelnen Objekte ist jeweils nur mit wenigen Worten skizziert. Das alles will dem Ref. nicht ganz einleuchten. Selbst wenn ein solches Praktikum auf Anfänger, Autodidakten usw. zugeschnitten ist, sollte man doch der neuzeitlichen Technik etwas mehr Rechnung tragen. Mag diese auch einmal überschätzt werden, so darf sie doch auch nicht in den Hintergrund treten, daß man u. a. von Batrachospermen sagt, »man kann sich von ihnen . . . frisches Material verschaffen, kann aber auch getrocknetes Material ganz gut verwenden.«

In allem fehlt dem Ref. die Vertiefung. Wir können unseren großen und kleinen »Buben« nicht tausenderlei vorsetzen, wir müssen sie erziehen zu gründlicher Arbeit und das kann nur geschehen, wenn wir einzelne, besonders wichtige Pflanzengruppen nach mehr als einer Richtung mit ihnen durcharbeiten. Geschieht das, findet sich die Jugend auch zurecht an dem, was nicht gerade in den Kursen bearbeitet wurde. Die Bilder sind vom Verf. selbst neu gezeichnet, auch ihnen sieht man an, daß sie oft Herbariumsexemplare darstellen.

Oltmannns.

Steinmann, P., Praktikum der Süßwasserbiologie. I. Teil: Die Organismen des fließenden Wassers.

VIII + 184 S., 118 Abb. 8⁰. Bornträger Berlin. 1915.

In der bei Bornträger erscheinenden Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika gibt Verf. in mehreren Bänden ein Praktikum der Süßwasserbiologie heraus. Der vorliegende, im Preise viel zu hoch angesetzte, Band ist nun sowohl in Anlage wie Durchführung entschieden verfehlt. Man mag bereits seine Bedenken haben, daß gerade mit den Rheophilen begonnen, oder dagegen, daß das Ganze in mehrere Bände zersplittert wird. Die Art und Weise aber wie dieser erste Band durchgeführt ist, läßt das Buch nicht mehr als Praktikum erscheinen: Methodik und Technik umfassen kaum 10 Seiten, fast ebensowenig Raum nimmt die flüchtige Behandlung der Physik, Chemie und allgemeinen Biologie des fließenden Wassers ein: der große Rest ist eine Reihe nebeneinandergestellter, trockener Beschreibungen einzelner Pflanzen und Tiere, die im Detail stellenweise unrichtig, völlig an den Stil der „Warum- und Weil"-Methoden der rein teleologischen Behandlung naturwissenschaftlicher Tatsachen erinnert. Jeder Verweis auf die Biocoenosen des fließenden Wassers fehlt; von der Biologie des Quellwassers, der Felsrinnsale, des Schlammes ziehender Gewässer ist im Buche nichts zu finden. Das wichtigste biologische Problem der Biologie fließender Gewässer, die Selbstreinigung, findet kein einziges Wort der Erwähnung!

Wie weit die Zoologen mit der Darstellung der Tiere in Einzelbeschreibungen zufrieden sind, vermag Ref. nicht zu sagen; einzelnes erscheint auch darin dem Ref. als wenig passend. Der botanische Teil (von Gams und Siegrist) ist ebenfalls, vielleicht weniger durch Schuld der Verff., als des Herausgebers, flüchtig, teilweise ungenau. Die Phanerogamen sind frei nach Glück gearbeitet. Glücks Arbeiten selbst fehlen aber im Literaturverzeichnis. Für die Flüchtigkeit und Oberflächlichkeit der Arbeit zeugt auch, daß die Titel am Einband und am Deckblatt des Buches verschieden lauten. Ref. hat den letzteren zitiert. Daß das Buch verfahren ist, liegt, wie Ref. meint, gewiß auch in der Tatsache, daß die Hydrobiologie für eine Darstellung in Praktiken noch nicht reif ist, wohl aber auch darin, daß der Herausgeber den tatsächlichen komplizierten Voraussetzungen zu einem solchen Unternehmen nicht gerecht wird. A. Pascher.

Lauterborn, R., Die sapropelische Lebewelt, ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer.

Verhandl. d. naturhist.-medizinischen Vereins zu Heidelberg. 1915. N. F. **13**, 395—481, 1 Tafel.

Die Arbeit beschäftigt sich mit jenen Bodenorganismen, die den faulenden organischen Schlamm unserer Gewässer bewohnen, und die

der Verf. bereits 1901 als »Sapropelische Lebewelt« bezeichnete[1]. Wenn in pflanzenreichen, ruhigen Gewässern die zerfallenden vegetabilischen Reste sich am Grunde aufhäufen und eine mehr oder weniger dichte Decke von lebenden Pflanzen an der Oberfläche eine intensivere Beleuchtung des Grundes verhindert und damit hier die Entwicklung einer reicheren Flora von Sauerstoff produzierenden Algen unterbindet, so tritt an die Stelle der sonst vorsichgehenden oxydativen Spaltung eine unvollständige Zersetzung der organischen Substanz ein. Es bilden sich neben Fettsäuren usw. ansehnliche Mengen von Gasen, Methan, Kohlensäure, Wasserstoff und vor allem Schwefelwasserstoff. Hier findet nun eine ganz eigenartige Lebewelt ihre Entwicklungsbedingungen. Freilich sind wir noch sehr weit davon entfernt, diese für die einzelnen Organismen im Zusammenhange mit ihrem Stoffwechsel genauer angeben zu können und auch der Verf. begnügt sich mit einigen ganz allgemeinen Daten, da es ihm vor allem darauf ankam, eine floristische Übersicht über die mannigfaltigen hier hausenden Formen zu geben.

Einen sehr wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung der sapropelischen Lebewelt haben die Bakterien und bakteroiden Organismen. Neben den kleinen und kleinsten Formen, die nur durch Reinkultur auseinander gehalten werden können, gibt es hier auch eine ganze Menge morphologisch ziemlich gut charakterisierter Typen, von zum Teil recht auffallenden Eigenschaften. Da sind zunächst eine Anzahl von farblosen Fäden, die durch den Besitz von sogenannten Pseudovakuolen ausgezeichnet sind, vom Verf. werden sie zu den neuen Gattungen Pelonema und Peloploca gestellt. Von den farblosen Schwefelbakterien sind einige Beggiatoa- und Thiotrixarten vertreten. Das merkwürdige Achromatium oxaliferum wird, wie gewöhnlich, den farblosen Schwefelbakterien angeschlossen, wozu eigentlich kein Grund vorliegt. Eine kleinere Form, die Verf. vorläufig wegen ihrer Beweglichkeit als Achromatium mobile bezeichnet, ist ebenfalls nicht selten[2]. Auch das von Warming und Hinze als mariner Organismus beschriebene Thiovulum Mülleri ist gelegentlich zu finden, wie überhaupt die Charakterformen des Faulschlamms im Meer und im Süßwasser die gleichen zu sein scheinen. Von großem Interesse ist das neue Genus Pelosigma, zu dem Verbände von mehreren s-förmig gekrümmten Bakterien, von denen vielleicht nur eins mit einer tätigen Geißel ausgestattet ist, gestellt werden[3]. Sehr merkwürdig ist auch die Gattung Spiro-

[1]) 1904 ist dann das Wort Sapropel = Faulschlamm von Potonié in Unkenntnis der Lauterbornschen Arbeit und in etwas weiterem Sinne gebraucht worden.

[2]) Es ist, wie fast alle von Lauterborn angeführten Organismen vom Ref. mehrfach um Leipzig beobachtet worden.

[3]) Hierher gehört wahrscheinlich auch Warmings verschollene Spiromonas Cohnii.

phis, 1 bis 2 μ dicke, etwa 100 μ lange Fäden von großer Beweglichkeit, die durch den Besitz einer zarten, in dicht gedrängten Windungen verlaufenden Spiralfibrille ausgezeichnet sind und zweifellos in die Nähe der Spirochäten gehören. Verf. sieht in ihr ein Bindeglied zwischen Spirillen und Spirochäten und glaubt, daß diese Gruppe, entgegen den herrschenden Anschauungen zu den Bakterien nähere Beziehungen aufwiese als zu den Flagellaten. Schließlich wäre aus der Gruppe der ungefärbten bakteroiden Organismen noch die merkwürdige Pelosphära rotans zu nennen, die man bei flüchtiger Betrachtung für eine kleine, abgerissene Anthophysakugel halten möchte und die auch um Leipzig nicht selten ist.

Unter den Rhodobakterien spielen die bekannten, schwefelhaltigen Genera eine große Rolle als typische Faulschlammorganismen. Als neue und in mehr als einer Hinsicht sehr interessante Form ist Pelochromatium roseum Lauterborn zu nennen. Es ist gewissermaßen ein rotgefärbter Doppelgänger des Chloronium mirabile. Wenigstens ist seine äußere Gestalt, nach der Figur des Verf.s zu urteilen, zum Verwechseln ähnlich. Leider hat der Verf. den Organismus nicht näher untersucht und auch nicht festgestellt, ob hier ebenfalls eine farblose centrale Komponente die Lokomotion des Gesamtorganismus besorgt.

Geht schon aus der Schilderung all dieser Formen hervor, wie viele fesselnde Probleme die sapropelische Bakterienflora der weiteren Forschung stellt, so gilt dies in noch höherem Maße für jene bakteroiden Formen, die der Verf. zur Gruppe der Chlorobakterien zusammenfaßt. Die »grünen Bakterien«, die schon Winogradsky als ständige Begleiter der roten Schwefelbakterien beobachtete, und die seither sich nicht allzugroßer Beachtung zu erfreuen hatten, sind durch die Chloroniensymbiose etwas mehr in den Vordergrund des Interesses gerückt worden. Ref. hat schon früher[1] darauf hingewiesen, daß sich ohne Mühe etwa ein halbes Dutzend grüner Organismen von typisch bakteroidem Habitus morphologisch gut charakterisieren lassen. Verf. stellte nun für einige von ihnen die Gattungen Schmidlea, Pelogloea und Pelodyction auf, von denen die ersten beiden etwa in der Gattung Lamprocystis, die letzte in dem zierlichen Thiodictyon ihre roten Parallelformen haben. Verf. hat diese Organismen nur verhältnismäßig selten, an einzelnen Standorten und zu ganz bestimmten Jahreszeiten gefunden, Ref. hat sich aber im Laufe der letzten drei Jahre davon überzeugen können, daß alle Lauterbornschen Arten ganz gemeine Organismen sind, die sich unter bestimmten Kautelen zu jeder Jahreszeit in angesetzten Schlammproben sehr schön entwickeln, wenn auch, wie Verf. ganz richtig bemerkt, ihre

[1]) Chloronium mirabile, Ber. d. d. bot Ges. 1913. S. 98.

Entfaltung zu ansehnlicheren Massen in der Natur zumeist in der kälteren Jahreszeit vorsichgeht. Ref. freut sich, daß auch der Verf. der Meinung ist, man dürfe diese Organismen nicht ohne weiteres zu den Cyanophyceen stellen, wie dies von verschiedenen Seiten, z. B. auch von Pascher geschehen ist. Sie stehen den typischen Bakterien mindestens ebenso nahe, wie den Schizophyceen. Wenn dagegen der Verf., unter besonderer Betonung der Parallelformen zu den Rhodobakterien vielleicht der Meinung ist, hier engere Beziehungen zu erwarten, so möchte sich Ref. einer solchen Vermutung zunächst nicht anschließen. Als Ref. vor einigen Jahren sich mit dieser Gruppe zu beschäftigen begann, kam auch ihm der Gedanke an eine solche Verwandtschaft. Es lag die Vermutung nahe, daß der grüne Farbstoff identisch mit dem Bakteriochlorin Molischs sein könnte; die Untersuchung ergab aber, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß es sich hier u. a. um Chlorophyll handle. Man kann sich leicht von dem Vorwiegen dieses Körpers überzeugen, wenn man größere Mengen der Chlorobakterien mit Alkohol extrahiert. Es gibt das eine schöne smaragdgrüne Lösung, die unter dem Spektroskop die Anwesenheit des typischen Bandes im Rot zeigt, ohne die geringste Andeutung des für das Bakteriochlorin charakteristischen Absorptionsstreifens bei der D-Linie. Genaueres möchte Ref. einer späteren Publikation vorbehalten[1].

Zu den Chlorobakteriaceen stellt nun Verf. unter dem Namen Chlorochromatium aggregatum auch das vom Ref. studierte Chloronium mirabile. Wie es der Ref. bei der Publikation seiner Mitteilung über diesen merkwürdigen Organismus schon voraussah, ist er, ohne in seinem Wesen richtig erkannt zu sein, bereits früher beobachtet worden. Bei der Gemeinheit des Lebewesens, das in dem Schlamme pflanzenreicher Gewässer nie fehlt, war das mit Sicherheit zu erwarten. Verf. hat in einer kurzen Notiz (Kneuckers Allg. bot. Zeitschr.) den grünen Mantel als Kolonie von Chlorobakterien im Jahre 1906 beschrieben, merkwürdigerweise ohne der eigenartigen Teilung der »Kolonien« nachzugehen und ohne sich über den Sitz der Geißeln Rechenschaft zu geben, obwohl der Bewegungsmodus eindeutig auf polare

[1]) Schon vor einigen Jahren hatte Ref. Versuche begonnen, die fraglichen Organismen in Reinkulturen zu erhalten und bereits einige Erfolge erzielt. Die Versuche, die auf eine umfassende Bearbeitung der Chlorobakterien abzielten, wurden aber zunächst abgebrochen, um Zeit zum Abschlusse anderer Untersuchungen zu gewinnen, die, obwohl durch den Krieg einigermaßen verzögert, in absehbarer Zeit beendet sein werden. Er wird dann die begonnene Untersuchung wieder aufnehmen, bittet aber diejenigen Fachgenossen, die sich inzwischen auch mit diesen Organismen beschäftigt haben sollten, um freundliche Mitteilungen ihrer Absichten, damit nicht unnötige Doppelarbeit geleistet wird.

Begeißelung hinweist! Zu den Chlorobakterien gehören ja nun fraglos nur die peripheren Komponenten des Konsortiums, nicht der ganze Organismus, der, solange wir nichts Näheres über das farblose Zentralstäbchen wissen, höchstens anhangsweise bei dieser Gruppe abgehandelt werden kann. Deswegen ist wohl auch der neue Name Chloronium berechtigt, der sich natürlich auf das ganze Konsortium bezieht[1]. Ref. ist auch, im Gegensatz zu Pascher, der Ansicht, daß hinsichtlich der Nomenklatur der Konsortien die Verhältnisse doch wesentlich anders liegen, als bei den Mykorrhizen, daß vielmehr, wenigstens für den fraglichen Organismus, die Schaffung eines besonderen Namens für den durchaus morphologisch einheitlichen, charakteristischen Verband am Platze ist, dies umsomehr, als zweifellos auch ein praktisches Bedürfnis dafür vorliegt. Da zudem die Zugehörigkeit der grünen Komponente zu den Cyanophyceen, wie oben in Übereinstimmung mit dem Verf. hervorgehoben wurde, einstweilen noch berechtigten Zweifeln unterliegt, so ist wohl auch der von Pascher vorgeschlagene Terminus »Syncyanosen« für die in Rede stehenden symbiontischen Verhältnisse noch etwas verfrüht.

Die Chlorobakteriaceen scheinen nun in der Tat eine starke Neigung zu symbiontischer Vereinigung mit anderen Organismen zu haben. Nachdem kürzlich Pascher einige Kombinationen mit Bakterien und Flagellaten beschrieben hat, bringt nun auch Verf. ein neues Beispiel. Amoeba chlorochlamys benennt er eine Amoebe von etwa 20 bis 40 μ Durchmesser, die er an zwei Stellen auffand. Wie der Name schon andeutet, besitzt sie einen Mantel grüner Zellen, die Verf. als Chlorobakterium symbioticum beschreibt. Die gleiche Form soll auch mit einer Mastigamoeba in ähnliche Beziehungen treten.

Von typischen Cyanophyceen sind ständige Glieder der saropelischen Lebewelt Oscillatoria chlorina, Lauterbornii, putrida und trichoides, doch bezweifelt der Verf. bei den letzten beiden noch die Zugehörigkeit zum genannten Genus. Ferner ist diese Gruppe durch einige Lyngbien und das neue Genus Pseudanabaena vertreten, das auch der Ref. um Leipzig häufig beobachten konnte.

Die Diatomeen sind nach der Meinung des Verf.s nur gelegentliche Besucher des Faulschlammes, und auch die grünen Algen sind, um seine Worte zu gebrauchen, für die fragliche Lebensgemeinschaft gewissermaßen nur »negativ charakteristisch«. Nur wenige Einzeller, Rhaphidium, Scenedesmus, Ophiocytium, einige Chlosterien trifft man hier an, von höheren Formen nur die Characeen, diese aber häufig und in reicher Entwicklung.

[1]) Übrigens weicht Lauterborns Organismus in einigen, allerdings nicht allzu wesentlichen Punkten von dem Chloronium mirabile ab. Möglicherweise handelt es sich um zwei verschiedene, aber sehr nahestehende Formen.

Damit sind die an dieser Stelle vor allem interessierenden pflanzlichen Organismen erschöpft, und es bleiben noch einige Rhizopoden und Flagellaten sowie ein ganzes Heer merkwürdig gestalteter Infusorien übrig, auf deren ausführliche Würdigung hier verzichtet werden muß.

Dem ausführlichen systematischen Teile folgt ein kurzer Abschnitt über die Physiologie und Biologie der sapropelischen Organismen; naturgemäß beschränkt er sich nur auf ganz allgemeine Erörterungen. Bemerkenswert scheint dem Ref. der Hinweis darauf zu sein, daß die sogenannten Pseudovakuolen in dieser Lebensgemeinschaft recht weit verbreitet sind, und daß zu den abenteuerlichen Infusoriengestalten sich die nächsten Analoga im Verdauungstraktus der Wiederkäuer und Termiten finden. Verf. weist dabei auf die gemeinsamen Eigentümlichkeiten der drei so verschieden anmutenden Standorte hin und sieht in ihnen die Ursache der Formähnlichkeit.

Es ist zu erwarten, daß die mannigfachen Anregungen in des Verf.s Studie in den Kreisen der für die Kleinwelt des Wassers interessierten Forscher günstige Aufnahme finden und weiter verfolgt werden. Besonders wird aber allen, die sich mit den sapropelischen Organismen beschäftigen, die bequeme Zusammenstellung der einzelnen Formen willkommen sein, zu deren Identifizierung bisher eine ganze Bibliothek dickleibiger Folianten und Zeitschriftenbände notwendig war und die trotzdem oft nicht zum gewünschten Ziele führte. Buder.

Pascher, A., Animalische Ernährung bei Grünalgen.

Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33**, 427—442. 1 Taf.

Außer bei chromatophorentragenden Flagellaten hat Verf. animalische Ernährung bei amöboiden Schwärmern von Tetraspora, Stigeoclonium und Draparnaldia beobachtet, und zwar bei Tetraspora und Stigeoclonium an Makrozoosporen relativ häufig, bei Draparnaldia an Mikrozoosporen nur einige wenige Male. Stets handelt es sich um die Aufnahme von Bakterien und kleinen Cyanophyceen; bei Stigeoclonium wurden sogar Diatomeen und einzellige Grünalgen, ja selbst Oscillaria-Fäden verschluckt. Hierbei nehmen die Zellen eine der Form des Nahrungskörpers entsprechende, oft abnorme Gestalt an. Die braunen unverdaulichen Reste werden später wie bei den Amöben und animalischen Flagellaten ausgestoßen. Da bei den Volvocales animalische Ernährung bisher noch nie beobachtet wurde, kommt derjenigen der nahverwandten Tetraspora allgemeinere Bedeutung zu. Die nur beiläufig mitgeteilten Beobachtungen über die Beziehungen von Zellgröße, Zahl der Vakuolen und Pulsationsrythmus verdienen weiter ausgedehnt zu werden.

Senn.

Glade, R., Zur Kenntnis der Gattung Cylindrospermum.

Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. 1914. **12**, 295—346.

Die Vertreter der Gattung Cylindrospermum ließen sich leicht kultivieren. Zur Gewinnung von Rohmaterial setzte Verf. Anhäufungskulturen nach Beijerinck an, indem er Erdproben in Leitungswasser + 0,02% K_2HPO_4 brachte. Daraus wurden auf Nähragar artreine Kulturen hergestellt. Bakterienfreie Reinkulturen gelangen Verf. nicht, weil das Bewegungsvermögen der Fäden zu langsam war, um bei Impfung auf Kieselgallerte (Pringsheims Methode) aus dem Bakterienbereich herauszukriechen. Auch einige andere kurz probierte Versuchsanordnungen führten zu keinem Resultat.

Morphologische und physiologische Beobachtungen über Heterocysten, Sporenbildung und -keimung führten zur Feststellung konstanter Verschiedenheiten bei den einzelnen Arten. — Die Sporenbildung wurde veranlaßt durch Erschöpfung des Substrates. Durch Zusatz derjenigen Substanz, die sich dabei im Minimum befunden hatte, wurde die Keimung der Sporen ausgelöst. Geschah die frische Nahrungszufuhr in einem Zeitpunkt, in dem sich die Spore noch in jugendlichen Stadien befand, so trat Rückbildung zum vegetativen Zustand ein.

Die Beijerincksche Behauptung, daß die Cyanophyceen den Stickstoff der Luft assimilieren können, konnte Verf., wie vor ihm Pringsheim für verschiedene andere Cyanophyceen, für Cylindrospermum widerlegen. Die Algen waren aber empfindlich gegen hohe Konzentration von Stickstoffsalzen. Mehr als 0,01% der meisten Stickstoffsalze wirkten schon schädlich, nur Calciumnitrat, das überhaupt für alle untersuchten Blaualgen die beste N-Quelle war, hatte für die meisten Arten bei 0,1% seinen optimalen Nährwert. Ammonsalze waren gute N-Quellen, Kaliumnitrat und besonders Kaliumnitrit bedeutend schlechtere. Kaliumnitrit wirkte sogar in flüssigem Substrat giftig, seine schädliche Wirkung konnte jedoch durch Verwendung fester Substrate aufgehoben werden.

Kälte, Hitze und Austrocknung wurde von den verschiedenen Cyanophyceen in verschiedenen Lebensstadien verschieden gut vertragen. Verf. arbeitete bei diesen Versuchen neben Cylindrospermum mit Nostoc und Oscillaria. Die vegetativen Zellfäden waren resistent bei nicht sporentragenden Species, starben aber leicht ab bei Arten, die Dauerzellen bilden. Die Sporen waren in ausgetrocknetem Zustand sehr widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse; wenn sie feucht waren jedoch meistens nicht wesentlich resistenter als getrocknete vegetative Fäden der sporenlosen Oscillaria. Ausgetrocknete Sporen oder Oscillariafäden konnten

selbst kurze Einwirkung von 100° oder stundenlange von — 60° und tieferer Temperatur ertragen.

Über künstliche organische Ernährung der Cyanophyceen wurden vom Verf. — wohl wegen des Mangels an absoluten Reinkulturen — keine Versuche angestellt. Sie wären besonders interessant gewesen, weil die von Pringsheim neuerdings gemachte Erfahrung, daß Cyanophyceen sich im Dunkeln auf künstlichem organischen Substrat nicht vermehren können, sowohl mit einigen älteren Literaturangaben als auch mit manchem Vorkommen in der Natur in Widerspruch steht (Gunnera). Ref. möchte hier anschließen, daß es ihm inzwischen gelungen ist, den Beweis zu bringen, daß Pringsheims Angabe nicht auf alle Cyanophyceen ausgedehnt werden darf, daß es vielmehr Cyanophyceen gibt (zu den Gattungen Nostoc und Oscillaria gehörig), die zu heterotropher Lebensweise befähigt sind. Ein ausführlicher Bericht darüber wird später erfolgen. Harder.

Borgesen, F., The Marine Algae of the Danish West Indies.

Vol. II, Rhodophyceae. 1915. 1—80. 86 Fig.

Die Arbeit bringt den Beginn des zweiten Bandes, nachdem Band 1 die Chlorophyceen und Phaeophyceen behandelt hatte. Sie enthält die Bangiales und von den Nemalionales die Helminthocladiaceae bis zur ersten Hälfte der Gattung Liagora. Gegenüber den früheren beiden Veröffentlichungen des Verf.s über die Florideen Dänisch-Westindiens findet sich wieder viel Neues, die Gattung Acrochaetium-Chantransia allein enthält unter 24 18 neue Arten. Beim Abschluß des Werkes, das auch in diesem Teil eine Fülle ausgezeichneter Figuren bringt, wird etwas ausführlicher darauf zurückzukommen sein. Kuckuck.

Kylin, H., Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen.

Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie. 1915. **94,** 337—425.

Seinem 1913 erschienenen Aufsatz »Zur Biochemie der Meeresalgen«, den er als eine Art vorläufiger Mitteilung zu betrachten bittet, folgt nun die vorliegende ausführlichere und reichhaltige Arbeit. Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes sei etwas eingehender über sie berichtet.

Von anorganischen Bestandteilen behandelt Verf. Stickstoff, bestätigt das Vorkommen von Salpeter bei einigen Chlorophyceen und stellte bei einigen einjährigen Phaeosporeen fest, daß sie salpeterfrei sind. Andere Phaeosporeen, darunter auch ausdauernde Arten wie

Laminaria, und einige Fucaceen reagierten nur schwach. Bei den Rhodophyceen kommen neben einigen gar nicht oder nur schwach reagierenden Arten auch einige sehr kräftig reagierende vor. Phosphor war mikrochemisch bei einigen Fucaceen und bei Laminaria saccharina leicht nachweisbar, bei anderen Phaeosporeen und bei einigen Chloro- und Rhodophyceen erst durch die makrochemische Prüfung. Das Jod ermittelte Wille bei Laminaria mit 0,6% des Trockengewichts. Verf. weist seine Bindung in der Form von Jodiden außer bei den Laminarien auch bei einigen Fucaceen nach. Für Calcium konnte Verf. Wille, der zuerst die Interzellularsubstanz als Calciumpektinat ansprach, beipflichten. Der Nachweis, sein Auskrystallisieren als Calciumoxalat, gelingt leicht mit einer Lösung von oxalsaurem Ammonium bei einer ganzen Reihe der verschiedensten Meeresalgen. — Freie organische Säuren konnten im Zellinhalt der Phaeo- und Rhodophyceen nicht nachgewiesen werden. Daß aber z. B. Oxalsäure als Calciumoxalat vorkommt, konnte zuerst, wenn auch nur makrochemisch, bei Rhodymenia palmata, dann auch bei einigen anderen Rhodophyceen, bei einigen Fucaceen und Laminarien nachgewiesen werden. Den Steenhouseschen Mannit-Befund konnte Verf. schon 1913 bestätigen. Seitdem erwiesen sich alle untersuchten Fucaceen und Phaeosporeen[1] als mannithaltig, Rhodo- und Chlorophyceen dagegen stets als mannitfrei. Der Gehalt dürfte mit 5 bis 7% noch eher zu klein als zu groß berechnet sein. — Für die Zuckerarten der Florideen gelang der Nachweis von Mono- und Disacchariden nur auf makrochemischem Wege. Es handelt sich aber nur um sehr geringe Mengen. Lävulose und damit Rohrzucker fehlen, Dextrose ist nur in Spuren, aber präformiert in den lebenden Zellen vorhanden, Maltose jedenfalls nicht nachweisbar. Für einige Arten konnte auch Trehalose nachgewiesen werden, die bei Rhodymenia sogar 10% des Trockengewichts einnimmt. Aus diesen Befunden folgert Verf., daß die bei der Assimilation primär entstehenden einfachen Zuckerarten bei den Rhodophyceen nie aufgespeichert, sondern rasch zu Stärke verarbeitet werden, diese Pflanzen daher den »Stärkeblättern« vergleichbar sind. Ganz ähnlich stellen sich die Verhältnisse für die Zuckerarten der Phaeophyceen, nur daß es sich bei dem gemäß Tabelle 3 vorhandenen Disaccharid nicht um Trehalose handeln kann, sondern um ein noch unbekanntes Disaccharid mit negativer spezifischer Drehung, das Laminariose genannt wird und den Ausgangspunkt der Laminarin-polysaccharide bilden dürfte. Ein solches Polysaccharid war uns im Laminarin bekannt und hier wird

[1] Der Gebrauch des Ausdrucks »Fucoideen« beim Verf. auch für die Phaeosporeen ist kaum üblich und nicht empfehlenswert.

gezeigt, daß dieser Name eine ganze Gruppe von Polysacchariden umfaßt, die außer bei den Laminarien sich auch bei einer Reihe von Fucaceen finden. Die Modifikation mit dem niedrigen $2(C_6H_{10}O_5) \cdot H_2O$ entsprechenden Molekulargewicht würde, obgleich bisher nicht herstellbar, als das den Ausgangspunkt bildende Disaccharid »Laminariose« anzusprechen sein. Besprochen wird dann im Anschluß daran die Einwirkung der Diastase auf Laminarin, und im folgenden Abschnitt eine quantitative Bestimmung des Laminarins mitgeteilt. Die Fucaceen enthalten davon verhältnismäßig wenig, von den Laminarien am meisten Laminaria saccharina (ca. 34%). Die wichtigste physiologische Bedeutung des Laminarins sieht nun Verf. darin, daß bei den Phaeophyceen, obgleich bei ihnen wie bei den höheren Pflanzen und bei den Florideen einfache Zuckerarten als Assimilationsprodukte gebildet werden, diese hier nicht zu Stärke, sondern zu Laminarin kondensiert werden. »Das Laminarin vertritt bei den Fucoideen die Stärke der »Stärkeblätter««. Schimpers Satz »Überall im Assimilationsprozeß wird Glykose gebildet« wird als zutreffend anerkannt, aber die einfachen Zuckerarten werden in verschiedener Weise verarbeitet, bei den Algen bilden die Chlorophyceen teils Stärke, teils Fett, die Rhodophyceen Florideenstärke, die Phaeophyceen, soweit bekannt, Laminarin, zuweilen auch Fett, die Diatomeen Fett, die Cyanophyceen Glykogen. Daß die Fucosankörner, wie Hansteen will, ein Kohlenhydrat enthalten, bestreitet der Verf., vielmehr dürfte es sich um einen gerbstoffähnlichen Körper handeln. — Auch mit den Membranbestandteilen der Phaeophyceen beschäftigt sich Verf. Aus seinen Mitteilungen sei hier nur die Bestätigung der Willeschen Angaben über die Mittellamelle hervorgehoben. Sie besteht aus Calciumpektinaten und zwar aus dem Algin, d. h. dem Calciumpektinat der Alginsäure, und dem Fucin, d. h. dem Calciumpektinat der Fucinsäure. Im übrigen muß für diesen wie für die beiden kurzen Schlußabschnitte, die »die Membranbestandteile der Florideen« und »einige quantitative Bestimmungen« behandeln, auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Kuckuck.

Svedelius, N., Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über Scinaia furcellata.

Nova acta reg. soc. scient. Upsaliens. 1915. Ser. 4. **4**, No. 4.

In meiner Arbeit über die Florideen (1898) vertrat ich die Auffassung, daß bei den Florideen die geschlechtlichen Pflanzen den Gametophyten, die sporogenen Fäden den Sporophyten dieser Gewächse

darstellen. Die Tetrasporen und die sie tragenden Pflanzen waren für mich Nebenfruchtformen und ich dachte mir, daß u. a. auch Geschlechtspflanzen im gegebenen Moment Tetrasporen hervorbringen könnten. Zytologische und andere experimentelle Untersuchungen lagen damals nicht vor.

Inzwischen ist aber in erfreulicher Weise auf diesem Gebiet gearbeitet worden.

Hoyt und Lewis (s. diese Zeitschr. 1903, **5**, 647) haben durch die Kultur erwiesen, daß aus den Carposporen ausschließlich Tetrasporenpflanzen hervorgehen und aus den Tetrasporen nur Geschlechtspflanzen, so zwar, daß die Hälfte männlich, die andere Hälfte weiblich ist.

Diese Befunde waren gewiß keine Stütze für meine Theorie, aber sie bedingen auch keinen Gegenbeweis gegen dieselbe. Sehen wir bei den fortgeschrittensten Rotalgen eine scharfe Trennung in männliche und weibliche Pflanzen, die gesetzmäßig in gleicher Zahl entstehen, so ist das eine Differenzierung wie sie auch bei Moosen vorkommt, man kann bloß noch fragen, ob auch in den Tetrasporen bereits das Geschlecht bestimmt ist wie das Marschall (s. Bot. Ztg. 1907, **65**, 394) für die diözischen Moose behauptet. Das ursprüngliche ist das Beisammensein der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane auf dem gleichen Individuum (s. a. Oltmanns, Algen **2**, 272). Von diesem Gesichtspunkt aus ist die relative Seltenheit von Tetrasporen auf Geschlechtspflanzen auffallend. Noch seltener sind, wenn mich die Erinnerung nicht täuscht, bei extrem diözischen Arten Spermatien auf weiblichen Pflanzen oder umgekehrt Carpogone auf männlichen. Ob man sie unter gewissen Kulturbedingungen in größerer Zahl hervorrufen kann, steht, — das ist bei der Schwierigkeit der Kulturen begreiflich — bislang nicht fest. Und geprüft werden muß auch, ob bei allen Florideen die gleichen Zahlenverhältnisse zwischen geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Individuen obwalten wie sie Hoyt und Lewis angeben. Fand doch Kylin an der schwedischen Küste nur wenige Geschlechtspflanzen von Griffithsia corallina neben zahlreichen Tetrasporenpflanzen.

Die Kernfragen studierten zuerst Yamanouchi (s. Bot. Ztg. 1907, **65**, 206), dann Svedelius und andere nordische Forscher. Sie fanden einwandfrei, daß in dem Tetrasporangium eine Reduktionsteilung Platz greift; die aus den Tetrasporen hervorgehenden Geschlechtspflanzen sind demnach haploid, die sporogenen Fäden, die Carposporen und die Tetrasporenpflanzen sind diploid. Aus diesen Befunden heraus verkündeten jene Forscher nicht ohne ein gewisses Pathos

eine »moderne« Theorie des Generationswechsels bei den Florideen. Alles Haploide ist Gametophyt, alles diploide Sporophyt.

Diese Auffassung hat für mich deshalb besondere Schwierigkeiten, weil sie den Sporophyten in zwei ungleiche Hälften zerlegt, nämlich 1. die sporogenen Fäden mit den Carposporen, 2. die Tetrasporenpflanze. Das Abfallen der Carposporen und die Keimung derselben bedeutet aber doch unweigerlich einen Einschnitt tiefgreifendster Art in das Leben des vermeintlichen Sporophyten, wie er sonst an keiner Stelle im Pflanzenreich vorkommt. Trotz dieser Bedenken hat die Theorie vielfache Zustimmung gefunden — und das ist wohl verständlich, weil sie immerhin zunächst wenigstens einfach ist und weil sie den modernen Auffassungen über Kernteilungsfragen ohne Schwierigkeiten gerecht wird.

Im Sinne dieser Theorie ist dann auch die Darstellung von Bonnet[1] im »Progressus« gehalten. Sie ist übersichtlich und klar, auch tunlichst unparteiisch, sie wäre mir noch lieber gewesen, wenn sie nicht alle meine abgedroschenen Figuren aus dem Algenbuch wieder benutzt hätte.

Viel Neues bieten auch nicht die Mitteilungen von Pirotta[2] und Janet[3]. Letzterer verbrämt das Ganze mit zahlreichen neuen Ausdrücken, aber ich finde, er kommt experimentell nicht weiter, wenn er auch manche Anregung gibt. Vom zoologischen Standpunkt behandelte u. a. Hartmann[4] die Frage und kam zu mir willkommenen Auffassungen, die hier in Kürze kaum wiederzugeben sind.

Ich habe mich zu alle dem seit längerer Zeit nicht geäußert, weil bislang nur Untersuchungen an solchen Florideen vorlagen, welche Tetrasporen und zwar auf besonderen Pflanzen besitzen. Ich habe, wo ich Gelegenheit dazu fand, betont, daß erst einmal die einfacheren Florideen geprüft werden müßten, welche der Tetrasporen entbehren, oder Gattungen und Arten, welche ungeschlechtliche Organe auf den Geschlechtspflanzen tragen. Das ist seither geschehen. Verf. hat Nitophyllum[5] untersucht und neben anderem gefunden, daß die auf den Geschlechtspflanzen erzeugten Mono- oder Tetrasporen in ihren Kernen keiner Reduktion unterliegen.

[1]) Bonnet, J., Reproduction sexuée et Alternance des générations chez les Algues. Progressus rei Bot. 11, 1914.

[2]) Pirotta, R., L'Alternanza di Generazioni nelle piante superiori. L'Alternanza di Generazioni nelle piante inferiori. Pavia 1914.

[3]) Janet, Ch., L'alternance sporophyto-gametophytique de générations chez les algues. Limoges 1914.

[4]) Hartmann, Der Generationswechsel der Protisten und sein Zusammenhang mit dem Reduktions- und Befruchtungsproblem. S. A. a. Verhandl. d. d. Zool. Ges. 24. Jahr.-Vers. Freiburg 1914.

[5]) Svedelius, N., Sporen an Geschlechtspflanzen von Nitophyllum punctatum. Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32.

Auch andere Befunde sprechen dafür, daß die Florideen überall die Reduktion vermeiden, in Tetrasporen oder solchen ähnlichen Gebilde, welche auf Sexualpflanzen entstehen.

In der vorliegenden Arbeit erhalten wir nun zum erstenmal eine sorgfältige Untersuchung einer Floridee, welcher Tetrasporen fehlen Verf. entdeckt an ihr Monosporen, deren Entwicklung kaum etwas besonderes bietet. In der Trichogyne findet er wieder zwei Kerne, von welchen der obere zugrunde geht. Die befruchtete Eizelle (Zygote) entsendet einen Fortsatz in eine der unmittelbar unter dem Carpogon liegenden Auxiliarzellen, der Zygotenkern wandert in diese ein, verdrängt die Auxiliarkerne und teilt sich selbst sukzessive in vier Kerne.

Bei dieser Tetradenteilung und zwar beim ersten Teilungsschnitt wird die Reduktion der Chromosomen vollzogen. Später gehen drei Zellen aus der Tetrade zugrunde, eine vergrößert sich und wächst zu den Fäden aus, welche die Carposporen erzeugen.

Verf. gibt nun den beiden Haupttypen, welche bei den Florideen schon lange unterschieden wurden, neue Namen. Haplobiontisch ist Scinaia und auch wohl das von Wolfe untersuchte Nemalion, ihnen werden sich wohl die Nemalionales alle anschließen. Hier ist die diploide Stufe auf die Zygote beschränkt, die sporogenen Fäden wie auch die Carposporen sind bereits wieder haploid. Diplobiontisch sind die Polysiphonien, Delesserien und wohl alle Arten, welche die Tetrasporen auf gesonderten Individuen tragen.

Der haplobiontische Typus ist nach dem Verf. der einfachere der diplobiontische, der abgeleitete, der nun plötzlich und nicht sukzessive entstanden sein soll und zwar so: die Reduktionsteilung wurde aufgeschoben, die Carposporen blieben diploid, erzeugten diploide Pflanzen, welche ihrerseits die Reduktion erst im Mono- dann im Tetrasporangium vornahmen. Das Vorkommen von Mono- oder Tetrasporen auf Geschlechtspflanzen ist ein Atavismus. Abgesehen von der Plötzlichkeit, mit welcher diese Änderungen eingetreten sein sollen, kann sich Referent schon — das geht aus dem oben gesagten hervor — mit diesen Auffassungen des Verf. einverstanden erklären. Und doch trennt uns eines, das ist die Bewertung der Chromosomenzahlen. Verf. sagt: »für mich existiert kein anderer Generationswechsel, als der, welcher sich auf die Natur des Kernes, haploid oder diploid zu sein . . . gründet.«

An welcher Stelle im Entwicklungsgang findet nun die Chromosomen-Reduktion in den verschiedenen Algen-Gruppen statt?

1. Vor der Befruchtung bei der Gametenbildung:

Diatomeen, Fucaceen,

2. Nach der Befruchtung in der (keimenden) Zygote:

Conjugaten, Coleochaete. Haplobiontische Florideen.

Bei Conjugaten ist die aus der Zygote hervorgehende Pflanze den Geschlechtspflanzen gleich, bei den anderen Formen ist sie verschieden.

3. Nach der Befruchtung auf besonderen Pflanzen.

Dictyota, Cutleria. Diplobiontische Florideen.

Kann es etwas bunteres geben? Ich meinerseits würde daraus folgendes schließen (s. a. Ref. über Goebel, d. Zeitschr. 1916, **8**, 57): Ist die Chromosomenzahl durch den Sexualakt verdoppelt, so muß sie auf das normale Maß zurückgeführt werden, wo aber die Reduktionsteilung in den Entwicklungsgang eingeschaltet wird, ist gleichgültig. Danach fügt sich der neue, zweifellos interessante Befund bei Scinaia zwanglos in unsere unmoderne Auffassung ein. Yamanouchi, Svedelius und viele andere werden auch jetzt nicht zustimmen und trotzdem werden sie, wie mir scheint, zu immer komplizierteren Annahmen bezüglich des Generationswechsels der Algen gedrängt. Die Gebilde, welche aus der Zygote hervorgehen, sind doch, so sollte man meinen, homolog. Bleiben sie das auch nach Auffassung meiner Gegner, wenn sie im einen Fall haploid, im andern diploid sind? Ist die gesamte Entwicklungsfolge, die ganze Ausgestaltung der Formen, das Entscheidende oder allein die Chromosomenzahl? Wenn man die ganze Frage, nach dem Generationswechsel historisch verfolgt, kann man über die Antwort kaum zweifelhaft sein.

Von diesem Gesichtspunkt aus wird es von besonderem Interesse sein, durch weitere Untersuchungen — denn die ganze Frage halte auch ich nicht für entschieden — zu erfahren, wie sich die wohl einfachsten Florideen, die Chantransien verhalten. Einige Arten dieser Gattung haben Geschlechtsorgane und Monosporen auf denselben Individuen, andere besitzen Geschlechtspflanzen und von diesen getrennt ungeschlechtliche mit Mono- oder Tetrasporen (Rosenvinge). Was wird hier die zytologische Untersuchung ergeben? Wird sie erweisen, daß bei der ersten Gruppe die Reduktion in der Zygote, bei der zweiten in den Tetrasporen stattfindet? Wird man dann diese verschiedenen Arten ganz weit voneinander trennen oder wird man sich sagen: die Gesamtform entscheidet und nicht die Zahl der Chromosomen? Das muß man abwarten. Abwarten aber muß man auch, was etwa bei der Untersuchung der Cutlerien herauskommt. Wir wissen zwar durch Yamanouchi (d. Zeitschr. 1913, **5**, 645; 1914, **6**, 295), daß die eigentlichen Cutlerien haploid, die Aglaozonien diploid sind, aber wir wissen bislang nicht, was geschieht, wenn der »vorgeschriebene« Wechsel der Generationen unterbleibt, wenn z. B. eine Cutleria wieder eine

Cutleria erzeugt, wie das Kuckuck und Sauvageau beschrieben haben. Solche Fragen harren noch der Beantwortung und doch sind gerade sie eventuell berufen, ein grelles Licht auf alle unsere Theorien zu werfen. Es fehlen auch noch Untersuchungen über niedere grüne Formen, über die Vorgänge bei der Partenogenesis usw.

Von solchen Entscheidungen hängt theoretisch ebensoviel ab, wie von der weiteren Prüfung der Marchalschen Angaben über diploide und tetraploide Generationen bei den Moosen. Können diese tatsächlich dauernd mit anderen Chromosomenzahlen leben, dann gilt auch Strasburgers Hypothese nicht mehr, daß die Reduktion ein Indikator für die Generationen sei. Von dieser Vermutung ging ja aber eigenlich alles weitere aus. Selbst wenn sie hinfällig wird, hat sie als Arbeitshypothese das Ihrige geleistet. Mag das Experiment in der einen oder der anderen Richtung entscheiden, ich klebe nicht an eigenen Vermutungen, aber einstweilen sind die feststehenden Tatsachen nicht zahlreich genug, um mich zur Aufgabe meines alten Standpunktes zu veranlassen. Oltmanns.

Pax, F., Schlesiens Pflanzenwelt. Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz.

Jena, Gustav Fischer. 1915. 6, 314. 63 Abb. im Text, 1 lith. Taf.

Das Werk hält eine Reihe von Vorlesungen an der Universität Breslau fest, die ein Bild der Pflanzenwelt Schlesiens auf historischer Grundlage entwerfen. Sie führen ein in die Geschichte der schlesischen Floristik, besprechen die Genese der Flora und schildern die historische Bedingtheit des heutigen Vegetationszustandes. Erst dann gehen sie ein auf die Floreneigenart der verschiedenen Höhenstufen und Teilbezirke der Provinz. Auch Fernerstehende gewinnen damit einen klaren Eindruck von dem Zusammenwirken genetischer und physischer Faktoren in der Pflanzengeographie. Diels.

Berger, A., Die Agaven. Beiträge zu einer Monographie.

Jena, Gustav Fischer. 1915. 285 S., 79 Abb. im Text, 2 Karten.

Diese gehaltvolle Vorarbeit zu einer Agaven-Monographie faßt zusammen, was zur Beschreibung und Systematik der Gattung bis heute geleistet ist. Einen guten Teil davon verdankt man ja Berger selbst, der seit fast 20 Jahren Agaven in La Mortola kultiviert und beobachtet hat. Eine Sammlung von so vielen im Freien gedeihenden Arten, wie er sie dort zusammengebracht hatte, wird es vermutlich in langer Zeit nicht wieder geben; um so wertvoller ist es, daß er ihre Erträge

festgehalten und durch Studien in der Literatur und in Herbarien zu vertiefen gewußt hat. Damit ist die Grundlage zur fortschreitenden Kenntnis der Gattung gesichert; besonders gewinnt das systematische Einzelstudium der Formen in der Heimat, wie es Trelease so sachgemäß betreibt, nun überall festen Boden. — Verf. gliedert die drei schon früher definierten Subgenera Manfreda, Littaea und Euagave in Reihen und Unterreihen; maßgebend dabei sind die Ausbildung des Perianths und die Eigenschaften des Blattes. Die spezielle Artenkunde ist überreich an Schwierigkeiten und Zweifeln, wie bei allen Succulenten. Verf. hat aber mit Glück eine Menge davon beseitigt; namentlich gelang es ihm, manche unklaren Arten G. A. v. Jacobis aufzuhellen, dessen bisher unbenutzte Aufnahmen und Zeichnungen er kritisch durcharbeitete. Verf. kennt 274 Arten. Die Species-Fassung in Terracianos Primo contributo (1885) lehnt er als willkürlich und unnatürlich ab und strebt auf den Bahnen von Salm-Dyck, Jacobi und Trelease danach, die enger begrenzten Arten in natürliche Gruppen zu bringen. Diels.

Ascherson, P. und **Gräbner, P.,** Synopsis der mitteleuropäischen Flora.

Leipzig (Engelmann). 1915. 89. Lief.

Enthält den Schluß der Rutaceen, die Simarubaceen, Meliaceen, Tremandraceen und den Anfang der Polygalaceen. Hervorgehoben sei die Bearbeitung der Gattung Citrus, die sich an die Auffassung von Schweinfurth anschließt; dieser sah Zitrone und Pomeranze in Eritrea wildwachsend und unterscheidet C. bigaradia als Art von C. aurantium; ebenso werden C. medica und Limonum als selbständige Species behandelt. — Polygala wird als Neutrum gebraucht, doch steht S. 316 die Species »myrtifolia«. Falsch ist die Angabe, daß P. Chamaebuxus in Siebenbürgen wächst; schon Simonkai hielt sie für zweifelhaft. Die angegebenen Standorte liegen alle im Süden, daher ist der Satz »in Siebenbürgen und in den galizischen Karpathen« — abgesehen von der geographischen Unmöglichkeit — unrichtig. Pax.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

6, 8. Lief. München (Lehmanns Verlag) 1915.

Die Lieferung ist von A. v. Hayek bearbeitet worden und enthält in bekannter guter Darstellung die Dipsacaceen (Schluß), Cucurbitaceen und den Anfang der Campanulaceen. Auf S. 336 soll es

bei der allgemeinen Verbreitung der C. barbata wohl heißen »fehlt in den Karpathen«, statt kommt daselbst vor. Pax.

Hayek, A. v., Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. **I,** Lief. 1—5. Leipzig und Wien (Deuticke) 1916.

Eine pflanzengeographische Schilderung Österreich-Ungarns zu geben, ist eine äußerst schwierige Aufgabe, und sobald die Darstellung ins spezielle geht, von einem einzelnen vielleicht kaum zu schreiben. Die weite Ausdehnung des Gebietes legt dem Forscher eine gewisse Beschränkung bezüglich eigener Untersuchungen auf und verweist ihn vielfach auf die zahlreichen Angaben in der Literatur. Hier muß die Kritik ihres Amtes walten und aus den Angaben das herausschälen, was brauchbar ist. Immer wird der Verf. sich gegenwärtig halten müssen, daß die Literaturangaben verschieden alt sind und auch nach dieser Richtung hin eine Prüfung verlangen. Wenn z. B. (S. 209) Hieracium crocatum von der Iserwiese angegeben wird, so stammt diese Angabe aus einer Zeit, zu welcher die schlesischen Floristen das H. gothicum fälschlicherweise mit obigem Namen belegten; das liegt jetzt 50 Jahre zurück.

Das Werk zerfällt in zwei Teile, einen allgemeinen, in dem die wichtigsten Tatsachen der ökologischen Pflanzengeographie in Anlehnung an das bekannte Werk von Schimper geschildert werden, ebenso die wichtigsten Formationen. Darauf folgt der Hauptteil, der vier große Gebiete behandelt: 1. Die Sudetenländer, 2. Galizien, die Bukowina und das östliche Schlesien, 3. die Karpathen und 4. das ungarische Tiefland. In jedem Abschnitt wird der Stoff weiter gegliedert in drei Kapitel, deren erstes die Abhängigkeit der Pflanzenwelt von Klima und Boden erörtert, ein zweites die Formationen bespricht, und endlich folgt eine spezielle pflanzengeographische Schilderung des betreffenden Gebietes. Es ist selbstverständlich, daß diese Form der Darstellung mannigfaltige Wiederholungen und eine unnötige Breite mit sich bringt; im speziellen Teile jedes Kapitels werden daher vielfach bei der Besprechung der einzelnen Fundorte gewisse Arten immer wieder genannt, die für das ganze Gebiet charakteristisch sind und überall wachsen, wo die erforderlichen ökologischen Bedingungen erfüllt sind. Dadurch gewinnt die Darstellung nicht gerade an Übersichtlichkeit. Der Verf. wollte eben zweierlei geben, eine pflanzengeographische Schilderung des Landes, daneben aber auch eine Liste der an den einzelnen Standorten vorkommenden Arten. Nach der Ansicht des Ref. wäre es besser gewesen, die pflanzengeographische Darstellung zu vertiefen und die Besprechung interessanter Fundorte in die Darstellung zu verweben, auf

die Erwähnung nebensächlicher Örtlichkeiten aber ganz zu verzichten, um so mehr als eine gleichmäßige Behandlung nicht zu erzielen ist, und manches vielleicht ganz gut hätte wegbleiben können.

Der Begriff der Pflanzenformation wird bald enger, bald weiter gefaßt. Verf. hebt ja selbst mit Recht hervor, daß der Begriff der Formation außerordentlich dehnbar ist. Bei den sudetischen Genossenschaften wird das Bild etwas unklar, weil kein Unterschied zwischen Ost- und Westsudeten gemacht wird. Man muß erst den speziellen Teil sorgfältig lesen, um die Schilderung der Formationen richtig zu stellen. Auch die Nutzpflanzen, die in Österreich-Ungarn das Landschaftsbild in so hervorragendem Maße beeinflussen, hätten in stärkerem Umfange herangezogen werden können.

Bei einem Buche von rund 600 Seiten lassen sich Unrichtigkeiten nicht ganz vermeiden; sie finden sich natürlich auch im Werke Hayeks. Nur in bezug auf das Riesengebirge will Ref. betonen: Viola lutea ist keinesfalls verbreitet, wie Verf. angibt; Crepis blattarioides (S. 215) gehört nicht zu den verbreiteten Typen, sondern fehlt im Riesengebirge; ebensowenig stimmt es, daß Euphorbia amygdaloides mit Gladiolus imbricatus »auffallende Pflanzen« des Riesengebirges sind; erstere Art hat doch überhaupt noch niemand aus dem genannten Gebiete gesehen!

Mit großer Sachkenntnis hat Verf. ein sehr umfangreiches Bildermaterial zusammengetragen, das die Darstellung sicherlich in sehr erfreulicher Weise hätte ergänzen können. Die als Vorlagen dienenden Photographien, die Ref. zum Teil kennt, sind gut gelungen, ihre Reproduktion aber ist zum guten Teil sehr mäßig, zum Teil schlecht. Es ist aber nicht die Schuld des Verf.s, daß man oft nur aus den Figurenerklärungen entnehmen kann, was das Bild eigentlich darstellen soll.

Pax.

Henneberg, W., Über den Kern und über die bei der Kernfärbung sich mitfärbenden Inhaltskörper der Hefezellen.

Centralb. f. Bakt., II. 1915. **44,** 1—57.

Der Kern der Bier-, Preß- und Weinhefe teilt sich bei Sproßung und Sporenbildung nur direkt. Die Untersuchungen wurden gemacht an lebendem, ungefärbten Material, an lebenden, vital gefärbten Zellen (Löfflers Methylenblau, Gentianaviolett.) und an gefärbten Präparaten. Die Art der Fixierungsflüssigkeit, sowie der physiologische Zustand der Zellen sind für den Erfolg ausschlaggebend. Als Fixiermittel empfiehlt

der Verf. 10% Formaldehyd, 10% Essigsäure, 50 Volum % Alkohol, als Färbemethode das Haidenhainsche Haematoxylinverfahren. In bezug auf den physiologischen Zustand der Zelle unterscheidet der Verf. Eiweißhefen (junge und nährstoffreiche Zellen), Glykogenhefen — der Eiweißgehalt der Zelle wird durch die Glykogenmenge stark zurückgedrängt und endlich Fetthefen. Je nährstoffärmer die Zellen sind, um so leichter läßt sich der Kern färben. Auch der Kern verändert seine Beschaffenheit je nach dem Ernährungszustand. Der »Vollkern« läßt sich schwer differenzieren, er ist eiweißreich, der Halbkern läßt einen dunkelbleibenden meist sichelförmigen Kernkopf (Kohls Kernkristalloid) und einen runden entfärbten Kernleib erkennen, der Hungerkern entfärbt sich fast ganz. In den Glykogenzellen gelang außer dem Kern die Sichtbarmachung der Mitochondrien und Chondrioconten, letztere entstehen aus den ersteren. Außerdem beschreibt der Verf. »Tüpfelzellen«, worunter er Glykogenzellen versteht, bei denen rundliche Eiweißmassen unter der Oberfläche gelagert sind und den Farbstoff zurückhalten. Der Ausdruck ist jedenfalls nicht sehr glücklich gewählt. — Die Bildung der Vakuolen geht von feinen Plasmasträngen aus, die der Kernkopf aussendet. — Die Untersuchungen am lebenden Material wurden ermöglicht durch Zusatz geringer Mengen von Essigsäure oder anderen organischen Säuren, wodurch das Kerneiweiß »gereizt« und dadurch leichter sichtbar wurde. Eine dauernde Schädigung brauchten die Zellen durch diese Behandlung nicht davonzutragen. Die Beobachtungen erstreckten sich auf Hefezellen in Würze, in Zuckerlösung, im hängenden Tropfen, auf Zellen verschiedenen Alters, bei der Sporenbildung, bei wechselnder Temperatur und unter dem Einfluß eiweißabbauender Pilze. Eine spätere, ausführliche Mitteilung soll über die »roten Körperchen« (Metachromatische Körperchen, Volutin) berichten die mit dem Enzymgehalt der Zelle in Verbindung stehen.

Die zahlreichen Zeichnungen des Verf. legen im Vergleich zu den Abbildungen Guilliermonds dem Ref. die Frage nahe, ob die Fixierungs- und Färbemethode nicht noch verbesserungsfähig wäre.

R. Stoppel.

Delaunay, L., Étude comparée caryologique de quelques espèces du genre Muscari Mill.

Mémoires de la Société des Naturalistes de Kiew. 1915. **25.** Russisch mit französischem Resumée.

Verf. hat eine Anzahl Arten von Muscari cytologisch studiert und dabei nicht uninteressante Resultate erhalten. Er wählte für die Untersuchung u. a. eine Reihe von Formen, innerhalb welcher ein allmählicher

Rückgang in der Entwicklung von fertilen Blüten beobachtet wurde und die mit der bekanntlich gänzlich sterilen M. comosum monstrosum oder kurzweg M. monstrosum endete. Es zeigte sich, daß alle diese Arten 18 Chromosomen bei den Kernteilungen in der diploiden Generation aufzuweisen hatten. Doch war es möglich, sie lediglich durch das Aussehen der Kernplatten voneinander zu unterscheiden. Es ließ sich nämlich, parallellaufend mit der fortschreitenden Reduktion in der Fertilität, eine immer deutlicher hervortretende Rückbildung bestimmter Chromosomenpaare feststellen. So hatte die eben genannte M. monstrosum auch die kürzesten Chromosomen aufzuweisen. Die anderen Arten zeigten dann häufig ein nämliches Chromosomenpaar mit Satelliten, oder es war länger mit einer deutlichen Einschnürung oder überhaupt länger und breiter. Verf. nimmt deshalb an, daß bei der Entstehung der von ihm untersuchten Formenreihe ein Abtrennen und Verschwinden von bestimmten Chromosomenteilen stattgefunden hat, wobei Chromosomen mit Trabanten, wie sie bei einigen Arten beobachtet wurden, als Übergangsstadien zwischen längeren und kürzeren Chromosomen auftraten.

In bezug auf die Beobachtungen des Verf.s ist es von Interesse, sich eines bestimmten Satzes aus V. Haeckers Allgemeine Vererbungslehre (2e. Auflage, Seite 117) zu erinnern. Es heißt hier: »Man wird sich dem Eindruck wohl kaum entziehen können, daß tatsächlich innerhalb der Gattung Cyclops parallellaufend mit der morphologischen Differenzierung, wie sie sich z. B. in der zunehmenden Rudimentation des fünften Fußpaares äußert, auch eine Abnahme der Chromosomenzahl stattfindet, und ferner, daß wenigstens in der Gattung Cyclops die Heterochromosomen (h) auf einen im Laufe der Phylogenese stattfindenden allmählichen Abbau und eine schließliche Elimination einzelner Chromosomen hinweisen.« Eine Abnahme der Chromosomenzahl ist natürlich ein mit dem von Verf. geschilderten vergleichbarer Prozeß und deshalb ist es nicht unmöglich, daß Verf. recht hat, wenn er meint, daß sein »processus phylogénétique de la réduction caryologique« im Organismenreich weit verbreitet ist. Den Auffaßungen Nawashins, der bekanntlich für einen Zusammenhang zwischen seinen Beobachtungen über Trabanten und der Frage nach dem Vorkommen von Heterochromosomen bei Pflanzen eintrat, gewähren die vom Verf. beschriebenen Tatsachen besonderen Halt, wie aus dem letzten Teile des Haeckerschen Satzes hervorgeht. Theo. J. Stomps.

Kuwada, Y., Über die Chromosomenzahl von Zea Mays L.
The Bot. Magaz., Tokyo. 1915. **29.**

Verf. bringt in diesem Aufsatz weitere Mitteilungen über seine Untersuchungen an Zea Mays, über die er zum ersten Male im 25. Bd. von 1911 derselben Zeitschrift berichtet hat. Rassen von Stärkemais haben als diploide Chromosomenzahl immer die Zahl 20 aufzuweisen und in den Pollenmutterzellen werden immer zehn Gemini gezählt. Gleiches gilt für verwandte Arten aus den Gattungen Euchlaena und Andropogon. Zuckermaisrassen haben aber die Neigung, die diploide Chromosomenzahl zu vermehren und zwar mittels »Querspaltungen« der größeren Chromosomen, wie aus dem Auftreten von kürzeren Chromosomen, m. a. W. aus dem Bestehen von Wechselbeziehungen zwischen Zahl und Gestalt der Chromosomen, hervorgeht. So gibt es Individuen mit 21 Chromosomen in den Kernplatten der Wurzelspitzen, andere zeigen sich im Besitze der Diploidzahl 22 oder 24. Unabhängig von der Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen bilden Zuckermaispflanzen in den Pollenmutterzellen in der Regel zwölf Gemini aus. Im Gegensatz zu der vegetativen Chromosomenzahl ist diese Zahl aber nicht konstant. In einzelnen Mutterzellen, auch bei einer 24-chromosomigen Pflanze, ist sie doch geringer, in anderen dagegen noch höher, bisweilen 14, was mit einer Diploidzahl von 28 korrespondieren würde. Man kommt somit zum Schluß, daß die Zuckermais-Pflanzen die erbliche Tendenz haben, gewisse Chromosomen des Stärkemais in kleinere auseinanderfallen zu lassen und die typische diploide Zahl, die erreicht werden soll und in den Pollenmutterzellen auch meistens erreicht wird, beträgt offenbar 24. Daß viele Pflanzen in den vegetativen Zellen doch nur 21 oder 22 Chromosomen aufzuweisen haben, führt Verf. darauf zurück, daß sie verschiedenen »reinen Linien« angehören. Dies heißt mit anderen Worten, daß die erblichen Eigenschaften eines Individuums bestimmen würden, ob seine vegetative Chromosomenzahl 21, 22 oder 24 sein wird. Von besonderem Interesse in dieser Hinsicht sind noch die Erfahrungen, welche Verf. an Bastarden zwischen Stärkemais- und Zuckermaisrassen machte. Ganz klar drückt er sich freilich hier nicht aus. Die Zahl der Gemini in den Pollenmutterzellen eines Bastards scheint der höchsten der für die Eltern typischen Zahlen gleich zu sein, also 12 zu betragen. Es betrifft hier wieder eine Durchschnittszahl und Pollenmutterzellen mit zehn oder elf Gemini oder mit höheren Zahlen, als zwölf werden gelegentlich auch beobachtet. Jedenfalls gibt das Studium der im Stadium der Diakinese befindlichen Pollenmutterzellen mehrerer Bastardindividuen dem Verf. Anlaß zu der Bemerkung: »Die Dominanzregel gilt also auch für die Zahl der Gemini bei ihrer Ausbildung«. Es kommt dem Ref. durchaus nicht unmöglich vor, daß Verf. hier recht hat und er möchte nicht unterlassen, ganz besonders noch

darauf hinzuweisen, daß die Ungleichheit der Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen und in den Pollenmutterzellen der meisten Zuckermaispflanzen — sicher als Ausnahme von der Regel der Chromosomenzahlkonstans zu betrachten — wohl auch durch die erblichen Faktoren der betreffenden Individuen bedingt ist und nicht etwa als Folge einer von äußeren Einflüßen herbeigeführten Fluktuationserscheinung aufgefaßt werden muß. Theo. J. Stomps.

Henkels, H., Die Kreuz- und Selbstbefruchtung und die Vererbungslehre.

Rec. des trav. bot. Néerl. 1915. **12,** 278—339.

Verf.s Arbeit enthält eine theoretische Würdigung der Bedeutung, welche der Genenlehre für die Fragen der Kreuz- und Selbstbefruchtung zukommt. Sie knüpft an die Arbeiten Burcks über Kleistogamie (1906) und über Darwins Kreuzungsgesetz und die Grundlagen der Blütenbiologie an.

Wir leben heute in einer Zeit, in welcher man beginnt, die ungeheure Tragweite des Mendelismus auf fast allen Gebieten der Biologie zu empfinden; kein Wunder, daß auch die Blütenbiologie in hohem Maße davon betroffen wird.

Verf. setzt vor allem die alte Gegenüberstellung von Kreuz- und Selbstbefruchtung in den Rahmen der Mendelschen Gesetze. Er entwickelt, wie es heute nicht in erster Linie darauf ankommt, ob eine Blüte sich selbst bestäubt, von einer anderen desselben Stocks (Geitonogamie), oder von einer Blüte eines anderen Stocks (Xenogamie) bestäubt wird, sondern daß der Nachdruck heute darauf zu legen ist, welche genotypische Beschaffenheit die bei der Befruchtung aufeinandertreffenden Gameten besitzen. Er setzt hierbei einmal rechnerisch auseinander, welchen Anteil die verschiedenen Genotypen an der Nachkommenschaft bei Befruchtung einzelner, genotypisch bestimmter Individuen haben. Es wird z. B. die Häufigkeit derselben nach Befruchtung zweier isogener Heterozygoten, zweier Polyheterozygoten usw. dargelegt; dies wird für Selbst- und Kreuzbefruchtung in den verschiedenen Möglichkeiten berechnet und auf allgemeine Ausdrücke gebracht.

Weiter wird der Erfolg, welchen Kreuzbefruchtung zwischen verschiedenen Pflanzen in Populationen zukommt, untersucht. Verf. kommt dabei zu folgenden Ergebnissen. Bei einer Pflanzenart, welche sich fortwährend durch Selbstbestäubung befruchtet, führt Kreuzung schließlich zu einer Population aus verschiedenen homozygotischen Linien. Als Beispiel werden die Erophilaarten angeführt. Umgekehrt wird bei

steter Kreuzbestäubung mit steigender Heterozygotie die Zahl der homozygotischen Individuen der sich ergebenden Population immer geringer.

Die weitere, von Darwin zur Beantwortung herangezogene Frage, welchen Einfluß Selbst- bzw. Kreuzbefruchtung auf die Stärke der Nachkommenschaft ausübt und welche von Darwin anfangs dahin beantwortet wurde, daß kein organisches Wesen sich eine unbegrenzte Zahl von Generationen hin durch Selbstbefruchtung zu erhalten vermag, lautet in der Fassung auf Mendelscher Grundlage: Sind Homozygoten oder Heterozygoten kräftiger?

Fremdbefruchtung kann, wie ja East Hayes und Shull bei Mais zeigten, Kräftigkeit je nach dem Grade der Heterozygotie in ganz verschiedenem Maße nach sich ziehen. Für diese Pflanzen — die sich in der Natur in der Regel kreuzbefruchten — gilt aber der Satz, daß je größer die Heterozygotie, um so größer die Kraft ist, während bei normal selbstbestäubenden Pflanzen die Heterozygotie nach künstlicher Kreuzung keinen kräftigenden Einfluß ausübt.

Die Arbeit wird beschlossen durch einen von Bone stammenden Anhang, in welchem die Verhältnisse auf rein mathematischer Grundlage erörtert werden, wodurch dann auch die Polyheterozygoten in der Population zur Abhandlung gebracht werden können. Lehmann.

Vries, Hugo de, Oenothera gigas nanella a Mendelian Mutant L.

The Bot. Gaz. 1915. **60,** 338—345.

—, Über amphikline Bastarde.

Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33,** 461—467.

Bekanntlich hat Oenothera gigas, ebenso wie O. Lamarckiana, die Fähigkeit, Zwerge hervorzubringen, und zwar in einem Verhältnisse von 1 bis 2 %. Verf. hat jetzt gefunden, daß häufiger als diese Zwerge Mutanten auftreten, die normal aussehen, aber nach Selbstbestäubung einen viel höheren Prozentsatz an Zwergen geben, als die O. gigas. Die Erklärung ist diese. Ebenso wie die O. gigas selbst aus der Vereinigung von zwei in Gigas mutierten Keimzellen der O. Lamarckiana hervorgeht, entsteht eine Gigas nanella nur, wenn zwei in Nanella mutierte Keimzellen der O. gigas zusammentreffen. Häufiger wird im einen, sowie im anderen Falle eine Verschmelzung einer normalen mit einer mutierten Sexualzelle erfolgen, werden m. a. W. »halbe« Mutanten in die Erscheinung treten. So erhält man nun aus O. gigas in größerem Prozentsatz als die O. gigas nanella

eine Mutation, die eigentlich einen Bastard zwischen O. gigas und O. gigas nanella darstellt. Verf. hat nun weiter gefunden, daß ein solcher Bastard, wenn künstlich hergestellt, in der zweiten Generation eine normale Mendelspaltung zeigt. Damit wird es verständlich, daß die Hybridmutanten zahlreichere Zwerge hervorbringen, als die O. gigas selbst. Verf. beobachtete 15 bis 18% Zwerge in der Nachkommenschaft dieser Mutanten: theoretisch sind 25% zu erwarten. Verf. untersuchte auch die Gigas-ähnlichen Nachkommen und stellte fest, daß der dritte Teil echte Gigas-Pflanzen sind, die anderen aber in einer folgenden Generation wieder in $^1/_4$ Zwerge (gefunden wurden 21%) und $^3/_4$ hohe Individuen aufspalten. Mit dem Pollen der O. gigas nanella befruchtet gaben die Hybridmutanten eine Nachkommenschaft mit 30 bis 43% (theoretisch 50%) Zwergen.

Die Tatsache, daß der Bastard O. gigas $\times$ O. gigas nanella mendelt, ist von großem Interesse im Hinblick auf die Beantwortung der Frage, ob eine Gigas als eine Pflanze mit denselben Eigenschaften der O. Lamarckiana, aber in doppelter Menge anwesend, aufgefaßt werden darf, wie häufig getan wird. Ref. hat seinerzeit hiergegen Einspruch erhoben und auf die Unterschiede zwischen O. gigas und O. Lamarckiana hingewiesen, welche nicht durch eine Verdoppelung des Chromosomensatzes letztgenannter Art erklärt werden können. Verf. hat in seinem Buche »Gruppenweise Artbildung« weitere Argumente angeführt und u. a. darauf hingezeigt, daß das sogenannte Laeta-Pangen sich in O. gigas offenbar nicht mehr im labilen Zustande befindet, wie es in O. Lamarckiana der Fall ist, denn O. biennis gibt, mit O. gigas bestäubt, nicht die bei Kreuzung mit O. Lamarckiana auftretende Spaltung in der ersten Generation. Dies gibt Gates Anlaß zu bemerken: »We have here a striking change in hereditary behaviour«. Ein neuer und interessanter derartiger Unterschied ist nun durch die hier besprochene Mitteilung des Verf.s ans Licht gekommen. Bekanntlich mendelt O. Lamarckiana mit O. Lamarckiana nanella nicht, sondern gibt in der ersten Generation sofort zwei Typen, hohe Individuen und Zwerge, die sich bei Selbstbestäubung weiterhin konstant erhalten. Ref. meint, daß man nunmehr als sicher betrachten darf, daß die O. gigas nicht durch eine zufällige Verdoppelung des Chromosomensatzes der O. Lamarckiana entstand, sondern eine richtige Mutation mit neuen Eigenschaften, und unter diesen einer erhöhten Chromosomenzahl, darstellt.

Über die Kreuzung Lamarckiana $\times$ Lamarckiana nanella berichtet Verf. in der zweiten oben genannten Mitteilung. Der Prozentsatz an Zwergen aus dieser Kreuzung variierte in den früheren Ver-

suchen, als mit einjährigen Pflanzen gearbeitet wurde, von 0 bis 50 und betrug im Mittel 22. Verf. hat jetzt gefunden, daß man diesen Gehalt wesentlich erhöhen kann (bis 90%) durch Veränderung der Kulturbedingungen, z. B. durch die Wahl sehr kräftiger zweijähriger Pflanzen für das Zustandebringen der Kreuzung. Schönes, warmes Wetter während der Zeit der Bestäubung und Befruchtung hat dann noch einen fördernden, kaltes Regenwetter einen ungünstigen Einfluß. Mit einjährigen Pflanzen gelangt man gleichfalls zum Ziel, unter der Bedingung, daß man sie sehr früh auspflanzt und gut versorgt, reichlich begießt usw., kurz, je größer die individuelle Kraft der gewählten Eltern war, je mehr Zwerge treten in der Nachkommenschaft auf. Auch diese Mitteilung des Verf.s kommt dem Ref. aus einem theoretischen Gesichtspunkte äußerst wichtig vor. Die Beeinflussung der Erbzahlen durch äußere Umstände zeigt klar, daß man an eine Interpretation der Tatsachen mit Hilfe der Mendelschen Gesetze hier und in ähnlichen Fällen nicht zu denken braucht. Theo. J. Stomps.

Rose, Dean, H., A study of delayed germination in economic seeds.

Bot. Gaz. 1915. **59**, 425—444.

Von 134 im Handel käuflichen Samen erwiesen sich 51,4% bei den Keimversuchen infiziert durch Pilze. Vielfach ist schlechte Keimfähigkeit auch auf Frostschäden zurückzuführen. Bisweilen erhöht sich die Keimzahl solcher Samen mit dem Alter, in anderen Fällen wird die Saat mit der Zeit dann ganz schlecht. Die schlechten Keimresultate, infolge von Hartschaligkeit des Saatgutes, wurden in 21 Fällen günstiger nach Behandlung der Samen in einem Apparat, bei dem die Saat vermittelst Zugluft gegen eine mit Nadeln versehene Scheibe geblasen wurde. Die Maschine wird durch einen Motor getrieben und ist im Hull Bot. Lab. ausprobiert, muß aber für Handelszwecke noch vervollkommnet werden. — Bei Lactuca gestalteten sich außerdem die Keimzahlen mit zunehmendem Alter (4 Jahre) günstiger, auch 24 stündiges Einweichen in Wasser war vorteilhaft. Es hob sich durch diese Behandlung auch die Keimenergie. — Pinus Strobus und Cupressus macrocarpa erhöhten ihre Keimfähigkeit um 32% resp. 31% nach Aufbewahrung in kaltem, feuchtem Sand (3 bis 5°). Verf. führt die gewöhnlich mangelhaften Keimresultate bei Pinus Strobus und P. austriaca auf ungenügende Wasseraufnahme zurück. Hierfür spricht, daß eine Injektion mit Wasser die Zahl der gekeimten Samen um 38% hob. Fast ebenso günstig freilich waren die Versuche, bei denen die Samen

10 Tage in H_2O (3 bis 5^0) oder HCl n/10,000 oder n/6,400 ebenfalls 3 bis 5^0 eingeweicht waren, oder endlich mit kalter HCl n/20,000 injiziert wurden. Aus diesem einen angegebenen Versuch schließt der Verf., daß die schlechten Keimresultate bei Pinus Strobus an mangelnder Wasseraufnahme und nicht an einer alkalischen Reaktion des Keimlings liegt. Diese Annahme steht in Widerspruch zu den Beobachtungen von Lakon, der feststellen konnte, daß die Samen von Pinus Strobus schon nach 4 Tagen fast die maximale Wasseraufnahme erlangt haben. So ist die Annahme Lakons, daß innere Verhältnisse für die mangelhafte Keimfähigkeit verantwortlich zu machen sind, durch die vom Verf. angegebenen Versuche kaum widerlegt. R. Stoppel.

Correns, C., Über eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der Mirabilis Jalapa. Jahrb. f. wiss. Bot. 1915, **56**, 585.

Die interessante Abhandlung bringt näheres über die Natur und Vererbung dieser eigentümlichen Blattkrankheit, die vom Verf. schon früher in einem Vortrag auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte kurz besprochen wurde.

Die Krankheit zeigt sich bei anatomischer Untersuchung als Absterben erst weniger Zellen, später größerer Zellgruppen im Palissadengewebe, was dann zu einem Einsinken der Epidermis und fleckenweiser Braunfärbung der Blattoberfläche führt.

Die Vererbungsweise dieser Krankheit ist insofern einfach, als sie dem Mendelschen Gesetz genau folgt, und die Krankheit sich dem normalen Zustand gegenüber absolut rezessiv zeigt. Es handelt sich hier um eine wirkliche Krankheit, die nicht von infektiöser Natur und nicht direkt übertragbar ist, sondern ganz sicher durch eine bestimmte Anlage, ein Gen, bedingt wird. Diese Tatsachen führen den Verf. zu einer Kritik der Presence- und Absence-Theorie, die er hier nicht anwendbar findet, und gegenüber welcher er sich überhaupt recht skeptisch stellt. Hagem.

Neue Literatur.

Gewebe.

Bouvier, W., Beiträge zur Anatomie der Asphodeloideae (Tribus Asphodeleae und Hemerocallideae). (Denkschr. Akad. Wien. *1915*. 39 S.)

Eberstaller, Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Narcisseae. (Ebenda. 19 S.)

Nazif, M. J., Sur le fruit des Hymenaea. (Univ. de Genève. Inst. de Bot. Sér. 9. *1915*. **1**, 22—25.)
Refous, L., Les Stomates des Célastracées. (Ebenda. 16—21.)

Morphologie.

Küster, E., Über Anthocyan Zeichnung und Zellenmutation. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **33**, 536—537.)
Kraus, G., Zellgröße und Organgröße. (Sitzgsber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg. *1915*. 5 S.)
Nazif, M. J., s. unter Gewebe.

Physiologie.

Bokorny, Th., Chemisch-physiologische Mitteilungen. (Arch. f. d. ges. Physiol. [Pflüger]. *1915*. **163**, 27—71.)
Bruderlein, J., La panification du Maïs. (Univ. de Genève. Inst. de Bot. Sér. 9. *1915*. **1**, 29—31.)
Chodat, R., s. unter Pflanzengeographie.
Chodat, R., et **Schweizer, K.,** Nouvelles recherches sur les ferments oxydants. VII. De l'action de l'acide carbonique sur la tyrosinase. (Arch. d. sc. phys. et nat. Pér. 4. *1915*. **39**, 327—331.)
—, VIII. De la production du benzaldéhyde par la tyrosinase. (Ebenda. 331—334.)
—, IX. De l'emploi de la peroxydase comme réactif de la phytolyse par la chlorophylle. (Ebenda. 334—338.)
Frerking, H., Über die Giftwirkung der Lithiumsalze auf Pflanzen. (Flora. *1915*. **108**, 449—453.)
Heinricher, E., Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wacholdermistel, Arcenthobium Oxycedri, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. *1915*. **124**, 319—352.)
Jost, L., Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze. (Zeitschr. f. Bot. *1916*. **8**, 1—55.)
Katz, J. R., s. unter Verschiedenes.
Leick, E., s. unter Ökologie.
Pfeffer, W., Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. (Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. M.-n. Kl. *1915*. **34**, Nr. 1, 1—154.)
Shreve, E. B., An investigation of the cause of autonomic movements in succulent plants. (Plant World. *1915*. **18**, 297—343.)
Wolck, P. C. van der, Een en ander over de aanaarding van Katjang bogor. (Voandzeia subterranea.) (Cultura. *1915*. Nr. 328, 13 S.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Burgeff, H., Untersuchungen über die Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei Phycomyces nitens Kuntze. II. (Flora. *1915*. **108**, 353—448.)
Fritsch, K., s. unter Angiospermen.
Küster, E., s. unter Morphologie.
Sirks, M. J., Waren die Salix-Hybriden Wichuras wirklich konstant? (Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre. *1915*. **15**, 164—166.)
Zinsmeister, J. B., s. unter Angiospermen.

Ökologie.

Lämmermayr, L., s. unter Pflanzengeographie.
Leick, E., Beiträge zum Wärmephänomen der Araceenblütenstände. I. Teil. (Mitt. d. nat. Ver. Neupommern und Rügen. *1913*. **45**, 1—37.)

Leick, E., Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **33**, 518—536.)

Müller, K., Untersuchungen an badischen Hochmooren. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916*. **14**, 36—42.)

Myxomyceten.

Schinz, H., Rabenhorsts Kryptogamenflora. Pilze, Abt. X. Myxogasteres (Myxomycetes, Mycetozoa) oder Schleimpilze. Lief. 124. Leipzig. *1915*.

Algen.

Bokorny, Th., s. unter Physiologie.

Chodat, R., Études sur les Conjugées. Sur la copulation d'un Mongeotia. (Univ. de Genève. Inst. de Bot. Sér. 9. *1915*. **1**, 1—4.)

Gran, H. H., The plankton production in the North European waters in the spring of 1912. (Bull. planktonique pour l'année 1912. *1915*. 142 S. m. 14 Tab., 1 Kart. u. 1 farb. Taf.)

Schussing, B., Bemerkungen zu einigen adriatischen Planktonbacillarien. (Sitzgsber. Wiener Akad. *1915*. **124**, 30 S.)

—, Beitrag zur Kenntnis der Süßwasseralgenflora des österreichischen Küstenlandes. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. **65**, 248—252.)

Vouk, V., Die marine Vegetation des Golfes von Bakar (Buccari). (Acad. d. sc. et d. arts d. Slaves du sud de Zagreb, Bull. d. trav. de l. cl. math. et nat. *1915*. **4**, 45—51.)

—, Morska vegetacija Bakarskoga zaliva. (Prirodoslovna istraživanja hrvatske i slavonije potaknuta matematičkoprirodoslovnim razredom jugoslavenska akademije znanosti i unijetnosti. Zagrebu. *1915*. **6**, 1—13.)

—, Dvije nove morske alge iz Hrvatskog Primorja. (Ebenda. 14—15.)

Bakterien.

Bail, O., Untersuchungen über die Veränderlichkeit von Choleravibrionen. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1915*. **77**, 234—248.)

Bujwid, O., s. unter Technik.

Heise, R., Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. I. Mitteilung. (Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt. *1915*. **50**, 204—232.)

Wollin, H., Über das Wachstum von Colibakterien auf Lackmusmannitagar. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1915*. **77**, 284—286.)

Zettnow, E., Einige neue Bakterien. (Ebenda. 234.)

Pilze.

Burgeff, H., s. unter Fortpflanzung und Vererbung.

Fischer, E., Die Wirtswahl bei den Alchemillenbewohnenden Uromyces. (Mitt. Naturf.-Ges. Bern. *1915*. 11 S.)

—, Das Perennieren des Mycels von Puccinia Dubyi Müll. Arg. (Ebenda. 3 S.)

—, Die Frage der Zusammengehörigkeit von Caeoma interstitiale Schlecht und Gymnoconia Peckiana (Howe) Trotter. (Ebenda. 6 S.)

—, Zur Frage der Stellung der Uredineen-Sporenlager. (Ebenda. 4 S.)

Lendner, A., s. unter Pathologie.

Lindau, G., und **Sydow, P.**, Thesaurus literaturae mycologicae et lichenologicae ratione habita praecipue omnium quae adhuc scripta sunt de mycologia applicata quem congesserunt L. et S. Vol. IV. Cap. I—VI. (Fasc. 2.) 13 + S. 401—609. Bornträger, Leipzig. *1915*.

Schander, R., und **Fischer, W.,** Zur Physiologie von Phoma betae. (Landw. Jahrb. *1915.* 717—738.)

Vouk, V., und **Pevalek, J.,** Ein Beitrag zur Kenntnis der Pilzflora der Umgebung von Zagreb. (Acad. d. sc. et d. Arts d. Slaves du sud de Zagreb, Bull. d. trav. d. l. cl. d. sc. math. et nat. *1915.* **4,** 51—52.)

—, Prilog poznavanju gljiva zagrebačke okoline. (Prirodoslovna istraživanja hrvatske i slavonije potaknuta matematičko-prirodoslovnim razredom jugoslavenska akademije znanosti i umjetnosti. Zagrebu. *1915.* **6,** 17—25.)

Flechten.

Lindau, G., und **Sydow, P.,** s. unter Pilze.

Angiospermen.

Bouvier, W., s. unter Gewebe.

Chodat, R., Polygalaceae novae vel parum cognitae. (Univ. de Genève. Inst. de Bot. Sér. 9. **1,** 4—7.)

Eberstaller, s. unter Gewebe.

Fuchs, A., Lechtaler Ophrys. (Mitt. bayr. bot. Ges. *1916.* **3,** 278—282.)

Fritsch, K., VII. Eine neue Achillea Hybride aus Tirol. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 241—243.)

Lingelsheim, A., Zur Kenntnis der Cucurbitacee Gurania Makoyana. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 243—247.)

Nazif, M. J., s. unter Gewebe.

Refous, L., s. unter Gewebe.

Zinsmeister, J. B., Centaurea diffusa Lam × rhenana Bor. = C. Zimmermanniana mh. (Mitt. bayr. bot. Ges. *1916.* **3,** 282.)

Pflanzengeographie. Floristik.

Chodat, R., Sur le Digitalis purpurea (plante calcifuge). (Univ. de Genève. Inst. de Bot. Sér. 9. *1915.* **1,** 4—16.)

Fuchs, A., s. unter Angiospermen.

Lämmermayr, L., Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. (Denkschr. Akad. Wien. *1915.* 42 S.)

Müller, K., s. unter Ökologie.

Pantu, Zach-G., Deux plantes nouvelles pour la Flore de la Roumaine. (Bull. Sect. scient. Acad. Roumaine. *1916.* **4,** 231—235.)

Schwede, R., s. unter Verschiedenes.

Vierhapper, F., Beiträge zur Kenntnis der Flora Kretas (Forts.). (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 252—265.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Bail, Über die Hexenbesen der Edeltanne. (Schriften naturf. Ges. Danzig. *1915.* N. F. **14,** 1—6.)

Küster, E., Pathologische Pflanzen-Anatomie. 2. Aufl. G. Fischer, Jena. *1916.* 4 + 447 S. 209 Textabb.

Lendner, A., Une maladie de la vigne, due à un champignon du genre Hypochus. (Univ. de Genève. Inst. de bot. Sér. 9. *1915.* **1,** 26—28.)

Rubner, Das durch Artilleriegeschosse verursachte Fichtensterben. (Mitt. d. bayr. bot. Ges. *1916.* **3,** 273—276.)

Schander, R., Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. (Arb. d. Ges. z. Förderung d. Baues und d. wirtsch. zweckmäßigen Verwendung d. Kartoffeln. *1915*. Heft 4, 87 S.)

Tubeuf, C. v., Die von Parasiten bewohnten grünen Inseln vergilbender Blätter. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. *1916*. **14,** 42—46.)

Angewandte Botanik.

Über die Notwendigkeit der Schaffung von Moorschutzgebieten. Denkschrift der staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. Gebr. Bornträger, Berlin. *1916*.

Bernbeck, Die Veränderlichkeit der forstlichen Bodenbonität. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916*. **14,** 20—27.)

Heise, R., s. unter Bakterien.

Technik.

Bujwid, O., Eine neue Methode zur Bestimmung von Bakterienmengen. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1915*. **77,** 286—288.)

Verschiedenes.

Chodat, R., William Barbey-Boissier. (Bull. soc. bot. Genève. *1914*. **6,** 220 bis 240.)

Fischer, H., Beziehungen zwischen Wasser und Boden. (Intern. Mitt. f. Bodenkunde. *1915*. **5,** 517—577.)

Katz, J. R., Micellen sind zur Erklärung der unkomplizierten Quellung überflüssig. (Zeitschr. f. physiol. Chemie (Hoppe-Seyler). *1916*. **96,** 255—288.)

Schwede, R., Untersuchungen einiger Pflanzenreste aus altägyptischen Gräbern. (Abh. Naturw. Ges. Isis zu Dresden. *1915*. 37—40.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von Penicillium und Aspergillus.

Von

Alexandrine Haenicke.

Mit Tafel II und 11 Abbildungen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Botanischen Institut der Universität Bonn ausgeführt und im Juli 1915 abgeschlossen.

Meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Professor Fitting, danke ich auch an dieser Stelle aufs wärmste für seine Anregung und das Interesse, mit dem er trotz seiner Abwesenheit von Bonn während der Kriegszeit meine Arbeit unterstützte und förderte, so daß es mir trotz der Ungunst der Zeit ermöglicht war, meine vor dem Kriege angefangenen Versuche zum Abschluß zu bringen.

Einleitung.

Die Zahl der Arbeiten, die sich damit beschäftigen, auf experimentellem Wege erbliche Abänderungen bei einer Gruppe niederer Pflanzen, nämlich den Bakterien, zu erzeugen, ist in dem letzten Jahrzehnt, besonders aber seit etwa fünf Jahren ganz ungeheuer angewachsen, ohne daß man freilich bisher in der Deutung der gefundenen Erscheinungen zu Übereinstimmung gelangt wäre. Man ist sich nicht einig, wie weit man sie dem Begriff der erblichen Anpassung, dem der Vererbung erworbener Eigenschaften, dem der Modifikation, der Mutation oder sonst einem in der Vererbungswissenschaft aufgetauchten zuordnen soll. Das wird begreiflich, wenn man, stets nur unter Berücksichtigung der experimentell einwandfreien Untersuchungen, sieht, wie mannigfaltig und verschiedenartig die erzeugten Veränderungen auftreten und sich bei Weiterkultur verhalten. Jeden-

falls erscheint in dieser Hinsicht das Bild sehr viel bunter, als es, abgesehen von den sog. Kombinationen, bei den höheren Pflanzen bisher der Fall ist, mit denen sich ja aus den verschiedensten Gründen so viel schwieriger arbeiten läßt. Das ist wohl das interessanteste Ergebnis dieser experimentellen Studien, die infolgedessen für die Vererbungsprobleme von allergrößter Bedeutung zu werden versprechen und viel mehr Beachtung verdienen dürften.

Als sehr wichtig erscheint mir namentlich der Nachweis, daß, übrigens ähnlich wie z. B. bei Paramaecium (Jennings 1910 und 1913 und Jollos 1913 und 1914), durch extreme Einflüsse Veränderungen experimentell hervorgerufen werden können, die, unter normale Bedingungen zurückversetzt, mehrere oder viele Generationen lang sich erhalten lassen. Von gleicher Wichtigkeit ist die Beobachtung, daß die erblichen und viele der nicht erblichen Abänderungen durch ein und dieselben, prinzipiell nicht verschiedenen Bedingungen veranlaßt zu werden scheinen und in ganz ähnlicher Weise auftreten.

Auf dem Gebiete der Fadenpilze, von denen sich viele ebenso leicht, ja noch leichter und sicherer als die Bakterien rein kultivieren lassen, ist dagegen die Zahl der Arbeiten über experimentell erzeugte erbliche Änderungen noch verschwindend klein. So ist zur Zeit noch keine klare Einsicht in die Frage möglich, ob diese Organismen bei experimentellen Eingriffen sich ebenso mannigfaltig wie die Bakterien verhalten, mit denen sie im Stoffwechsel so weitgehende Ähnlichkeit besitzen, oder mehr Übereinstimmung mit den Blütenpflanzen zeigen.

Hier sind in erster Linie E. Chr. Hansen's (1898, 1906, 1907) bekannte, vorbildlich exakte Studien über asporogene Heferassen zu nennen. Bei allen von ihm untersuchten sporenbildenden Heferassen vermochte er, ausgehend von isolierten Zellen, die Einzellkulturen entstammten, die in Bierwürze entstandenen Abkömmlinge einer jeden einzelnen von ihnen, indem er die Kulturen hohen Temperaturen aussetzte, die nahe dem Maximum für die Sporenbildung lagen und gerade noch Sprossung zuließen, zu erblicher Asporogenie zu bringen, die sich bei 18jähriger Züchtung in Bierwürze, auch unter normalen Temperaturverhältnissen nicht wieder verlor. Auch nicht sofort sporenlos ge-

wordene Zellen ließen sich übrigens durch Weiterzucht in hohen Temperaturen doch schließlich in die asporogene Form überführen.

E. Schiemann (1912), die ohne Bedenken den Mutationsbegriff im Sinne de Vries', Johannsens und anderer auch auf Pilze für anwendbar hält, stellte sich die Aufgabe, das Mutationsprozent bei Aspergillus niger durch extreme Außenbedingungen, Gift- und Temperatureinflüsse, zu erhöhen. Da 178 ungereizte Kulturen bei Asp. nig. nur eine Mutante, dagegen 397 gereizte acht ergaben, schloß sie aus diesem Anwachsen von 1/2 auf 2%, daß eine außerordentliche Steigerung der Mutabilität von Asperg. niger durch starken Reiz stattgefunden habe. Es ist aber doch wohl bedenklich, aus einer ungleichen, ziemlich beschränkten Zahl von Kulturen, die im zweiten Falle mehr als doppelt so groß war wie im ersten, ohne weiteres den erwähnten Schluß zu ziehen. Wären noch 220 ungereizte Kulturen in Betracht gezogen, so hätten ja unter ihnen ebenso gut mehrere mutierte auftreten können. Der Sprung wäre dann weniger deutlich, vielleicht gar nicht vorhanden gewesen. Auch muß man wohl, nach meinen Erfahrungen, damit rechnen, daß Selbsttäuschungen bei solchen Versuchen durch zufällige Infektionen mit fremden Sporen möglich sind, die sich eben beim Arbeiten ohne Impfkasten, wie es hier der Fall gewesen ist, selbst bei größter Vorsicht (vgl. Schiemann S. 3) nie ganz ausschließen lassen. Im ganzen treten die erhaltenen Mutationen in den gereizten Kulturen zu selten auf, als daß man mit einiger Sicherheit von einer Giftwirkung reden könnte.

H. Waterman (1912 und 1913) will ebenfalls auf experimentellem Wege, und zwar bei Penicillium und Aspergillus, erbliche Veränderungen (»Mutationen«) erzielt haben. Sein Hauptziel war, nachzuweisen, daß jede der Mutationen sich durch einen eigenen Wert einer bestimmten Stoffwechselkonstante von der Stammrasse unterscheide. Er vergaß jedoch, zum Vergleich, die Stoffwechselkonstanten anderer hellbrauner Aspergillusrassen zu bestimmen, so daß sein Verfahren einen eindeutigen Schluß nicht zuläßt. Ferner kam es ihm auf Feststellung der Mutation bewirkenden »Ursachen« an, die er in vier Gruppen von Faktoren, nämlich Metallsalzen, Narkotika, Galaktose und ver-

wandten Polysacchariden, sowie in organischen Säuren fand. Nach Zusatz eines dieser Stoffe in sehr hoher Konzentration erschienen in den normalen Decken von Penicillium und Aspergillus niger, »wenn die Entwicklung nur nach geraumer Zeit nach der Impfung« einsetzte, z. T. auch erst nach mindestens einjähriger Kultur darauf, fleckenweise »Mutationen«, die sich durch langsamere Entwicklung und geringere Farbenintensität der Decken infolge von Sporenarmut verschiedenen Grades auszeichneten. Mit der Frage dagegen, die mir als die wichtigste erscheint, wie weit sich seine »Mutationen« bei fortgesetzter Überimpfung unter normalen Verhältnissen konstant erhielten, beschäftigt sich der Verfasser leider nur ganz kurz und so gedrängt, daß es nicht möglich ist, ein klares Bild davon zu erhalten.

Die von S. L. Schouten (1913 a und b, 1914) beschriebenen Mutationen fallen nicht in das Gebiet der durch greifbare Außeneinflüsse bewirkten Veränderungen. Bei ihnen handelt es sich, wie bei Barbers (1907) abnorm großen Zellen von Saccharomyces anomalus um Fortzucht morphologisch aberranter Individuen aus abweichend gestalteten Sporen, die bei Dematium pullulans konidienlose Mycelien von $3^1/_2$jähriger Konstanz, bei Phycomyces nitens var. nana sterilis durch Mycelübertragung über ein Jahr lang konstant bleibende Mycelien mit sporenlosen Köpfchen lieferten, wobei die Frage nach der Ursache des Auftretens solcher bizarr gestalteter Sporen offen gelassen ist.

Ebenso wenig kommen die Angaben von H. Burgeff (1912) hier in Betracht, der seine kropfige piloboloides-Form von Phycomyces nitens bei der Auslese unter im Wuchs abweichenden Keimmycelien auffand. Wie weit seine neuesten Forschungen (1914) zum Vergleich mit den hier geschilderten Erscheinungen von Wichtigkeit sein könnten, läßt sich noch nicht sagen, da die betreffende Arbeit vorläufig nicht vollständig vorliegt. —

So bleibt noch so gut wie alles in der Frage, ob und wodurch sich bei Fadenpilzen erbliche Abänderungen erzeugen lassen, weiteren methodischen Untersuchungen vorbehalten, die nach den verschiedensten Fragestellungen durchgeführt werden können und zweifellos dazu beitragen werden, unsere Einsicht in die vererbungsphysiologischen Probleme ganz wesentlich zu vertiefen.

Vorversuche, die ich, angeregt durch die oben erwähnten Angaben Hansens, angestellt habe, hatten das Ergebnis, daß alle in Einzellkulturen eines Penicillium entstandenen Sporen, die ich in einer Nährlösung mit Kupfersulfatzusatz keimen ließ, so weit sie sich entwickelten, eine Abänderung lieferten, die sich durch mehrere Impfgenerationen in gewöhnlicher, giftfreier Nährlösung konstant erhielt. In anderen Nährlösungen mit Metallsalzgehalt freilich traten nicht erbliche, inkonstante Modifikationen auf. Das lockte, der Frage nach der Wirkung äußerer Einflüsse auf die Vererbbarkeit von Veränderungen systematisch nachzugehen. Die dabei erzielten Ergebnisse nötigten dazu, die interessante Frage nach dem Zusammenhange zwischen konstanten und nicht vererbungsfähigen Veränderungen zu beleuchten, um so mehr, als hier die Ansichten von Botanikern und Bakteriologen noch sehr weit auseinandergehen, auf Grund des verschiedenen Materials, das einstweilen noch keine einheitliche Beurteilung zuläßt.

Abschnitt I.

Methodik.

Bei der Auswahl des Versuchsmaterials hatte mich der Gedanke geleitet, daß einfach zu kultivierende Fadenpilze besonders geeignet seien, schon zur Erleichterung der Nachprüfung meiner Ergebnisse. Ich verwendete also einige in Reinkultur bezogene Aspergillen, vor allem A. niger; außerdem zwei von mir selbst im botanischen Institute der Universität Bonn isolierte Penicillien, so aus Weißbrot zunächst die obenerwähnte Form, die wegen der grünen Farbe der Sporen als P. glaucum f. H. bezeichnet sei, da ich sie nicht näher zu bestimmen wagte. Ein weiteres, aus Käse isoliertes Penicillium f. F. steht P. Roqueforti Westling sehr nahe. Alle diese Pilze gedeihen üppig auf festen und flüssigen Nährböden, so daß eine größere Anzahl von Impfgenerationen in verhältnismäßig kurzer Zeit zu erhalten ist. Ungünstig ist dagegen, daß sich bei der mangelnden oder nur selten, unter ganz besonderen Verhältnissen auftretenden sexuellen Fortpflanzung nicht entscheiden läßt, ob die von mir erzeugten Veränderungen auch durch

sexuelle Sporen (Ascosporen) sich rein erhalten lassen. Diese Frage zu entscheiden, wäre besonders wünschenswert, da nur wenige Angaben über die Erhaltung von Veränderungen nach einer Kopulation existieren (Ehrlich 1909 und 1912, Gonder 1912 hinsichtlich Trypanosomen negativ entschieden, Jennings 1910 und 1913 für Paramaecium positiv, Jollos 1913 a und b, 1914 für Paramaecium sowohl positiv als negativ) und Unterlassung solcher Prüfung die Anerkennung der Veränderungen als »erblichen« vielleicht erschweren könnte. Ich selbst habe von der Wahl solcher Pilze mit sexueller Fortpflanzung abgesehen, weil meine Stämme zu langsam und auf meiner Normallösung so gut wie gar nicht wuchsen, sowie aus anderen Gründen.

1. Gewinnung von Reinkulturen.

Ich will hier vor allem bemerken, daß ich grundsätzlich möglichst alle Manipulationen im Impfkasten vorgenommen habe, so weit es sich nicht später um einfaches Überimpfen konstanter Stämme handelte, das am Arbeitstisch, unmittelbar an der Gasflamme, mit jeder erdenklichen Vorsicht vorgenommen wurde, so daß ich Infektionen nie dabei beobachten konnte. Auch die Petrischalen mit den Kulturen wurden im Impfkasten unter tubulierten Glasglocken, die mit Wattepfropfen verschlossen waren und auf mattgeschliffenen Glasplatten standen, aufbewahrt. Ohne diese Vorsichtsmaßregel ist es in einem nicht eigens für bakteriologische Zwecke eingerichteten Laboratorium nach meinen Erfahrungen unmöglich, Petrischalen infektionsfrei zu halten. Die zu oberst stehenden Schalen wurden außerdem stets noch mit einem Gewicht beschwert, und es wurde dafür gesorgt, daß durch gleichmäßige Verteilung der ausgesäten Sporen auf der Oberfläche des Nährbodens möglichst rasch eine zusammenhängende, lückenlose Decke des betreffenden Pilzes entstand, wodurch gleichfalls einer Infektion entgegengearbeitet wird. Trotzdem ist bei der Beurteilung älterer solcher Platten stets Vorsicht geboten.

Die Notwendigkeit, von einer einzelnen Zelle auszugehen, ist bekanntlich grundlegende Bedingung für alles Arbeiten mit niederen Organismen auf dem Gebiete der Erblichkeitsforschung. Ich isolierte die ersten Ausgangszellen nach der Burrischen Methode, die Penicillien. nachdem sie zuvor durch eine Anzahl von Platten „gereinigt" waren. Von Zeit zu Zeit wurden von den ursprünglichen Einzellkulturen neue angelegt. Ebenso wurde jede experimentell erzeugte Abänderung mehrfach im Laufe der Impfgenerationen als Einzellkultur gezogen. Später, als es sich darum handelte, zu gleicher Zeit eine große Zahl von ihnen zu erhalten, wandte ich die wesentlich einfachere Methode O. Hagem's (1910 a) an. Es wurde eine Platinöse Konidien in ca. 50 ccm dest. sterilisiertem Wasser durch starkes Schütteln verteilt, einige ccm davon wurden in weitere 20 ccm dest. steril. Wasser übertragen und je 1 bis 2 ccm von diesen auf der Oberfläche einer mit Pflaumensaftgelatine oder Biomalzagar beschickten Petri-

Schale nach dem Erstarren ausgegossen. Durch Kippen der geschlossenen Schale verteilt sich das sporenhaltige Wasser gleichmäßig auf dem Agar. Darauf läßt man keimen, 12 bis 24 Stunden, je nachdem, ob man es mit Aspergillen oder mit Penicillien zu tun hat. Man erhält dann die einzelnen gekeimten Konidien in genügend weitem Abstande voneinander, so daß man sie bequem ausstechen kann, ohne Gefahr zu laufen, mehrere zugleich zu fassen. Dazu nimmt man die Schale aus dem Impfkasten — ich verschließe sie vorsichtshalber immer mit einem Kautschukband —, stellt unter dem Mikroskop schnell fest, wo isolierte Zellen gekeimt sind, und hebt, wieder im Impfkasten, die betreffende Stelle, die man sich mit dem Ölstift markieren kann, mit dem sterilen Messer ab und überträgt in die gewünschte Nährlösung. Bei Anwendung einer genügend dünnen Agarschicht und entsprechend niedrigen Schalen brauchen diese außerhalb des Impfkastens gar nicht geöffnet zu werden. Bei der Größe der in Betracht kommenden Sporen ist diese Methode die einfachste. Allerdings ist es unvermeidlich, daß hierbei eine geringe Menge Agar mit übertragen wird. Das hat sich aber in vielen Fällen nicht als störend erwiesen. Wo dies jedoch ins Gewicht fiel, z. B. wenn Gift direkt auf isolierte Sporen einwirken sollte, mitübertragener Agar den Einfluß des Giftes auf die keimende Spore aber verzögern könnte, ferner wenn möglichst gleichartige Entwicklungsbedingungen für Einzell- und Vielzellkulturen gleichzeitig geschaffen werden sollten, habe ich die Methode noch etwas modifiziert. Anstatt in dest. Wasser wurde die möglichst geringe Sporenmenge in Nährlösung geschüttelt, dann in der gleichen Weise, wie oben beschrieben, die Zahl der Sporen so verringert, daß, wenn die zuletzt erhaltenen 50 ccm sporenhaltiger Nährlösung schließlich zu je 5 ccm in Petri-Schalen ausgegossen wurden, höchstens in jeder 10 bis 20 Sporen keimten. Man braucht nun kaum mikroskopisch zu kontrollieren; denn ist wirklich einmal eine der mit der Platinnadel herausgefischten gekeimten Sporen mit einer anderen im Zusammenhang geblieben, so löst sie sich bei der Übertragung in die Kölbchen entweder gleich oder sehr bald davon, und man hat eben nicht eine Einzell-, sondern eine Zweizellkultur, die man dann einfach beseitigt. Öfter dagegen kommt es vor, daß die aufgefangenen Sporen beim Herausnehmen der Nadel in die Schale zurückgleiten, so daß man eine sporenlose, steril bleibende Fehlkultur erhält. Die Sicherheit des sterilen Arbeitens und die Einfachheit und Schnelligkeit, mit der man nach dieser Methode Einzellkulturen in großer Zahl erhalten kann, wiegen diesen unbedeutenden Übelstand leicht auf. Will man absolut sicher gehen, so kann man durch Überführung der gekeimten Spore zunächst in eine sterile feuchte Kammer mikroskopisch genau feststellen, ob es sich in der Tat um eine einzelne Konidie handelt. Sehr oft ist diese Prüfung unerläßlich und daher meist vorgenommen worden.

2. Behandlung der Kulturgefäße und der ausgeschalteten Kulturen.

Alle Kulturgefäße wurden vor der Benutzung von mir selbst mit Sodawasser ausgekocht und gebürstet, schließlich mit kochendem Wasser gespült. Die ausgeschalteten Kulturen wurden fünf Minuten lang bei 120^0 autoklaviert.

Nach dieser Zeit sind Mycel und Sporen unfehlbar abgetötet. Die mit kaltem Wasser gereinigten Kölbchen wurden dann in der obigen Weise weiter behandelt.

3. Nährböden.

Von Nährlösungen verwandte ich für Penicillium die von Westling (1912) in seiner Monographie der grünen Spezies der Gattung Penicillium angegebene Weidemannsche, die in 1000 ccm dest. Wasser je 1 g KH_2PO_4 und $MgSO_4$, 2,5 g NH_4NO_3 und 30 g Rohr- oder Traubenzucker gelöst enthält, für Aspergillus die Pulstsche (Schiemann 1912: in 1 Liter dest. Wasser 1,035 g KH_2PO_4; 0,13 g KNO_3; 0,16 g $MgSO_4$; 5 g Pepton (Witte); 40 g Rohrzucker), beide ohne Zusatz von Eisen oder Säure. Als feste Nährböden benutzte ich: Malzagar (2 % Agar + 7 % Biomalz) und Pflaumensaftgelatine (15 % Gelatine zu 1000 ccm mit Wasser verdünnten klaren Saft von 1 Pfund Backpflaumen), die in der üblichen Weise geklärt wurden.

4. Wirksame Faktoren und Dauer der Einwirkung.

Als wirksame Faktoren zog ich bei meinen Versuchen hauptsächlich chemische Stoffe in Betracht. Das Gift wurde, wo es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, stets nur in einer Impfgeneration angewendet. Zur Prüfung auf Konstanz wurden ihre Sporen vor allem auf giftfreie Nährlösung abgeimpft und darauf oder auch wohl auf Agarnährböden durch immer erneute Abimpfungen von einer Impfgeneration zur anderen fort und fort weiter kultiviert. Wo also von Konstanz die Rede ist, handelt es sich immer um Beharren einer Veränderung bei Fortfall des wirksamen Faktors unter natürlichen Bedingungen.

5. Verteilung des Nährbodens und Herstellung der Nährlösungen mit Giftzusatz.

Es wurden stets je zwei Liter der Nährlösungen hergestellt, und diese Stammlösungen dann außerhalb des Impfkastens auf die einzelnen Kölbchen verteilt. Die im Autoklaven 20 Minuten bei 120° C sterilisierten Stammlösungen wurden dabei in Mengen von je 20 ccm in Erlenmeyer-Kölbchen von 100 ccm Inhalt gegossen und nochmals fünf Minuten lang sterilisiert. Die betreffenden (sterilisierten) Giftlösungen wurden im Impfkasten zu den erkalteten Lösungen zugefügt. Trotzdem waren bei höheren Konzentrationen oft Fällungen nicht zu vermeiden, konnten aber außer acht gelassen werden, weil höhere Konzentrationen in meinen Versuchen kaum als verändernder Faktor in Betracht kamen und weil sich diese Niederschläge häufig mit dem Älterwerden der Kulturen wieder auflösten. Um was es sich bei diesen Fällungen handelte, habe ich nicht weiter untersucht. Für die Nährlösungen mit Giftzusatz wählte ich die Giftkonzentrationen 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 000 000, 1 : 40 Mill. und 1 : 800 Mill. g in der angegebenen Flüssigkeitsmenge (meist 20 ccm).

Die Giftlösungen wurden in doppelter Konzentration hergestellt und davon die berechneten Mengen der betreffenden Nährlösung zugesetzt (z. B. 5 ccm von 1 : 1000 verdünnt mit 15 ccm Nährlösung gibt die Konzentration 1 : 4000). Da das immerhin gegenüber den Kontrollkulturen zu etwas verschiedenen Nährlösungskonzentrationen führte, die, wie ich später sah, von Bedeutung waren, habe ich den Fehler dadurch verringert, daß ich mir eine 1 proz., eine $^1/_{10}$ proz. und eine $^1/_{100}$ proz. Giftlösung herstellte, die ich aus einer Bürette zufließen ließ, wodurch die Nährlösung höchstens um 1 bis 2 ccm verdünnt wurde. Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, daß die Konzentrationen, die geringer sind als 1 : 2 Mill. (1 : 40 Mill. und 1 : 800 Mill.) nur in sehr weiten Grenzen Anspruch auf Genauigkeit machen können, weshalb ich sie als Giftspuren bezeichnen will.

Meine Absicht war es anfänglich, die gleichen Konzentrationen einmal, wie eben beschrieben, während der ganzen Lebensdauer einer Impfgeneration, daneben aber zugleich nur während der ersten Keimungsstadien einwirken zu lassen, in der Hoffnung, die Frage nach einer „sensiblen" Periode dabei vielleicht entscheiden zu können. Dazu ließ ich die Sporen in Giftnährlösungen der angegebenen Konzentrationen keimen und übertrug die jungen Keimmycelien (12 bis 24 stündigen Alters je nach der Species) in giftfreie Nährlösung. Da es aber möglich und, wenigstens bei den höheren Konzentrationen, trotz vorherigen sorgfältigen Abspülens vor der Übertragung, sehr wahrscheinlich war, daß die meist unvermeidlichen, zudem erst durch Kochen mit verdünnten Säuren sich lösenden Niederschläge den Mycelien fest anhaften blieben, so ließ sich nicht annehmen, daß wirklich keine Spur von Gift in die Nährlösung geriete, die völlig einwandfrei giftfrei hätte sein müssen. Anders verhält es sich dagegen mit den niederen Giftkonzentrationen, wo ein sichtbarer Niederschlag fehlte. Trotzdem ergaben aber Versuchsreihen, die sowohl mit Aspergillus niger als mit Penicillium glaucum f. H. angesetzt wurden, wobei die in Giftlösungen gekeimten Sporen vor Übertragung in gewöhnliche Nährlösung durch anhaltendes Waschen mit sterilem dest. Wasser nach Möglichkeit von dem anhaftenden Gift befreit worden waren, gerade auch bei den allerschwächsten Giftkonzentrationen (geprüft wurde in dieser Weise mit $PbNO_3$ und $CuSO_4$, später noch mit $MnCl_2$ und Salizylsäure) Abänderungen. P r a k t i s c h kann man hier wohl behaupten, daß die Nährlösung nach der Übertragung giftfrei sei. Da es aber vom chemischen Standpunkt aus immerhin anfechtbar ist, ob man, r e i n t h e o r e t i s c h, annehmen dürfe, daß auch hier wirklich keine Spur von Gift in die Nährlösung geriete, so ziehe ich vor, bei dieser zweiten Art von Versuchsreihen auch für die schwächsten Giftkonzentrationen nur sprungweise Konzentrationsänderung anzugeben und die Endkonzentration, die auf die späteren Entwicklungsstadien einwirkt, bedeutend kleiner als 1 : 2000, 1 : 4000 usw. zu nennen.

Übertrug ich junge Keimmycelien von Aspergillus niger oder Penicillium glaucum f. H., die sich in giftfreier Nährlösung entwickelt hatten, vor der Ausbildung der Konidienträger in Giftnährlösungen (Bleinitrat, Manganchlorid oder Salizylsäure) der genannten Konzentrationen, so erhielt ich gleichfalls Abänderungen. Es läßt sich aus diesem Verhalten folgern, wenn es auch, besonders

hinsichtlich der höheren Konzentrationen, noch eingehenderer Prüfung bedarf, daß eine besonders „sensible Periode" weder in den ersten Keimungsstadien, noch in den älteren, vorläufig rein vegetativen Mycelien zu suchen ist. Eine einzige Beobachtung bei Aspergillus niger ausgenommen, wo bereits fruktifizierende Mycelien durch erneuten Gifteinfluß zur Abänderung gebracht werden konnten, ließ nichts darauf schließen, daß ältere Entwicklungsstadien, von den sonst wirksamen Bedingungen getroffen, noch abänderungsfähig sind. Systematische Versuche mit Aspergillus niger und Penicillium glaucum f. H., mit Bleinitrat und Salizylsäure ausgeführt, gaben wenigstens keine Abänderungen. Außerdem läßt die eine Ausnahme auch noch die Deutung zu, daß der erneute Eisenchloridzusatz bisher ungekeimte Sporen zum Auskeimen veranlaßt habe. Im einzelnen bin ich dieser besonderen Fragestellung nach der sensiblen Periode nicht weiter nachgegangen. Die angeführten Versuche stellen in dieser Richtung nichts als eine allgemeine Orientierung dar.

6. Kontrollkulturen.

Jeder Kulturreihe wurden zwei Kontrollkulturen zugefügt, die auf die gleiche Weise, aber giftfrei hergestellt wurden.

7. Temperatur.

Die Penicillien wurden im Dunkelschrank bei Zimmertemperatur kultiviert, die im Winter ziemlich konstant ca. 20° C betrug, im Sommer dagegen ebenso wie die Luftfeuchtigkeit stark schwankte. Da die Thermostaten des Institutes den Versuchen mit den Aspergillen (meist bei 33 bis 35° C) dienten, konnte ich diese Schwankungen nicht ausschließen.

Abschnitt II.

Versuche mit Penicilliumformen.

A. Versuche mit Penicillium glaucum f. H.

1. Morphologie.

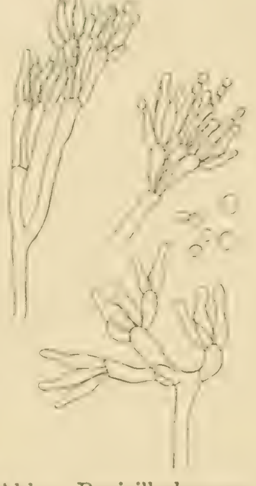
Mein Penicillium glaucum f. H. besitzt auf der benutzten Nährlösung scharfbegrenzte blaugrüne Rasen (Tafel II, Abb. 14) mit mehr oder weniger deutlichem weißem Rande reich verzweigter, filziger Mycelfäden. Die Oberfläche ist eben, sammetartig. Ähnlich wie andere grüne Penicillien (Westling 1912) bildet es sowohl primäre Konidien aus, d. h. solche, die von normalerweise vorhandenen primären Konidienträgern, als auch sekundäre Konidien, die von einem sog. sekundären Mycel abgeschnürt werden. Dieses entsteht durch Auswachsen der Sterigmen erster, zweiter usw. Ordnung oder der Konidien des primären Mycels zu vegetativen Hyphenschläuchen, die bald ihrerseits wieder Konidienträger von normalem Bau entwickeln, an denen hellere, rasch vergrauende Konidien zur Ausbildung gelangen. Außer-

dem tritt, seltener und stets erst nach dem Erscheinen der primären, resp. sekundären Konidien, glänzend weißes sog. „L u f t m y c e l" auf, indem die Mycelfäden des primären oder sekundären Mycels aus der Nährlösung in die Luft hinein zu einem lockeren, langhaarigen Pelz heranwachsen, der zuweilen die Konidiendecke völlig überzieht und die Deckenfarbe unerkennbar macht, aber stets durchaus steril bleibt. Die Unterseite des Rasens ist farblos. Der Geruch ist typischer Schimmelgeruch.

Auf G e l a t i n e, die innerhalb von sechs Tagen vollständig verflüssigt wird, ist die Deckenfarbe graublaugrün, wie die Farbe der sekundären Konidien auf Nährlösung (Tafel II, Abb. 27, 1[1]). Die Rasenoberfläche ist, da außerordentlich reichlich Konidien abgeschnürt werden, nicht mehr glatt, sondern stark körnelig. Unterseits sind die Decken gelblich gefärbt. Der Geruch ist der gleiche wie auf Nährlösung.

Ebenso ist das Aussehen auf A g a r, doch weicht das anfängliche Graublaugrün sehr bald einem Graugelb.

Die Nährlösung wird stark gesäuert, ebenso die verflüssigte Gelatine. Perithecien- und Koremienbildung wurde nicht beobachtet. Zonenwachstum (Hexenringe) kann man jederzeit auf Gelatine oder Agar erhalten, wenn man Stichkulturen anlegt.


Abb. 1. Penicill. glaucum. f. H. normal.

Die Konidienträger sind septiert, mehrfach verästelt und an den Spitzen pinselförmig verzweigt. Daneben kommen Träger vor, denen die Verästelung fehlt, die also einfache Pinsel darstellen (Abb. 1). Die glatten oder feinwarzigen Träger sind 3,7 bis 5,6 μ dick, die Mycelfäden 1,7 bis 3,4 bis 4,8 μ dick. Die Metulen, das sind nach W e s t l i n g (1912) die Konidienträgeräste, an denen die Sterigmen sitzen, sind 8,5 bis 13,6 μ lang, 2,6 bis 3,4 μ dick, die Sterigmen 6,6 bis 11,9 bis 12,6 μ lang, 1,7 bis 3,4 bis 5,1 μ breit. Die kugligen oder ellipsoidischen Konidien messen 2,4 bis 3,4 $\mu \times$ 3,4 bis 4,5 μ. Mißbildungen vegetativer Hyphen sind häufig. Auf Nährlösung ist die Wasserausscheidung oft so stark, daß sie die Konidienfärbung undeutlich macht oder selbst ganz verdeckt.

Bei Temperaturen oberhalb 30° C werden keine Konidien mehr gebildet. Das Optimum liegt bei etwa 25° C. Unterhalb 10° C dauert es sehr lange, bis die Sporen keimen, und es kommt nur noch zu kümmerlicher Mycelentwicklung. Bei 5 bis 7° C wurden überhaupt keine Konidien mehr beobachtet. Ich habe die Form seit Dezember 1913 in Kultur. Trotz unzähliger Weiterimpfungen ist sie stets konstant geblieben. Auch die Kultur auf festen Nährböden (Gela-

[1]) Die Zahl vor dem Komma bzw. der eckigen Klammer bedeutet das zugehörige Bild der Tafel, die Zahl dahinter die Abteilung (von links nach rechts gerechnet 1 bis 4).

tine, Agar) hat ihre Eigenschaften nicht verändert. Bei Rückimpfung auf Nährlösung entstehen wieder Decken von dem typischen Aussehen.

2. Veränderung der Stammrasse unter dem Einfluß von Giften.

Angewendet wurden die Gifte stets in den angegebenen acht verschiedenen, außerdem, wie gleichfalls erwähnt, in acht weiteren, nicht genau bestimmten Konzentrationen. In jedem Versuch wurden zunächst einmal ungezählt viele Sporen (eine Platinöse) gleichzeitig dem Gifteinflusse ausgesetzt. Es entstanden dabei vielfach Pilzdecken, die sich durch die Sporenfärbung in der verschiedensten Weise mehr oder weniger von der Stammrasse unterschieden.

Es muß hier eingeschaltet werden, daß es fast unmöglich ist, Nüanzierungen des Penicillium-Grüns zu beschreiben, da bekanntlich Grünblau und seine verschiedenen Intensitäten von den wenigsten Menschen gleich empfunden oder gar als verschieden beurteilt werden. Viele sind vor allem in bezug auf dieses Gebiet des Spektrums farbenblind. Ein geübtes Auge dagegen wird leicht die verschiedenen Abstufungen wahrnehmen und noch winzige Unterschiede erkennen. Um die Färbungen der Kulturen festhalten und dauernd miteinander vergleichen zu können, habe ich die Farbe einer jeden einzelnen von ihnen und ihrer Abkömmlinge in gleichen Alterszuständen (5-, 10-, 14- und 21 tägig) in den Morgenstunden an einem Nordfenster mit Wasserfarben kopiert. Das Ergebnis hat, wie sich zeigen wird, die mühselige Arbeit durchaus gelohnt. Neben der kurzen Charakterisierung durch Worte habe ich für meine wichtigsten Formen die Färbungen in den vier angegebenen Altersstufen in einer beigefügten Farbentafel wiedergegeben. Die Farbenangaben im Texte beziehen sich, wo nichts anderes gesagt ist, jedesmal auf die letzte in den Versuchen erwähnte Generation, und zwar auf das Stadium, wo reichlich Konidien abgeschnürt sind. Im allgemeinen ist das nach 5 bis 10 Tagen der Fall, selten früher oder später. Um bezüglich der Tabelle jeden Zweifel auszuschließen, füge ich jedem Hinweis auf das Farbtäfelchen die betreffende Abteilung bei, auf die sich die Farbangabe bezieht.

Ich will zuerst meine Versuche mit Bleinitrat anführen. Sie zeigen schon hinreichend, wie eigenartig der Giftzusatz mein Penicillium f. H. beeinflußt.

a) Versuche mit Bleinitrat $PbNO_3$.

G i f t k o n z e n t r a t i o n e n:

α) b e i d a u e r n d g l e i c h e r H ö h e: **1 : 2000**[1]), 1 : 4 0 0 0, 1 : 4 0 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 4 0 M i l l., **1 : 800 Mill.**

1 : 2000: Primäre Konidien nicht verändert, sekundäre nicht ausgebildet. Die durch Selbstaussaat der primären Konidien in demselben Kölbchen entstandenen dünnen Myceliell besaßen moosgrüne Konidien, die bei Aussaat auf giftfreie Nährlösung Myceliell und Konidiendecken vom Aussehen der Stammrasse lieferten, also zurückschlugen.

1 : 4000 }
1 : 40 M i l l. } Konidien seegrün[2]), nicht weiter kultiviert.

1 : 800 Mill. H 16 h.

1. Generation[3]): hellgraublaugrün.
2.—3. ,, : hellseegrün.
4. ,, : graugrün.
5.—6. ,, : olivgraugrün.
7.—17. ,, : hellgraublaugrün.
18. ,, : dunkelforstgrün.
19.—20. ,, : hellgraublaugrün (Tafel II, Abb. 1 [2]).
21.—23. ,, : dunkelforstgrün.

Auf Agar und Gelatine[4]) von fast gleichem hellgraublaugrünem Aussehen. Sekundäres Mycel fehlt. Farbe der alten Kulturen gelblichgrau.

Die Reihe wurde noch einmal angesetzt. Nun waren die Decken allein auf den Lösungen mit 1 : 2000 und **1 : 40 Mill.** $PbNO_3$ abgeändert.

1 : 2000: hellseegrün.

1 : 40 Mill.: H 16 g.

[1]) Die Konzentrationen, auf denen die Decken abgeändert waren, sind gesperrt oder fett gedruckt, und zwar fett diejenigen, wo die Abänderungen darauf geprüft wurden, ob bei Sporenaussaat auf giftfreie Nährlösung Rückschlag zur Stammrasse eintrat. Platz- und Zeitmangel machte es leider unmöglich, alle Abänderungen in dieser Richtung zu prüfen. Die auf Konstanz weiter geprüften Abänderungen habe ich mit Buchstaben und Ziffern bezeichnet.

[2]) In allen folgenden Protokollen beziehen sich die Farbenangaben der nicht weiter geprüften abgeänderten Kulturen auf 10 Tage alte.

[3]) Die e r s t e Generation ist hier, wie bei allen folgenden Kulturen, die gifthaltige Kultur, die z w e i t e, die durch Abimpfung von der gifthaltigen auf giftfreie Nährlösung entstandene Generation.

[4]) Auf Gelatine wurde immer nur eine beschränkte Zahl von Kulturgenerationen verfolgt; die gelegentlichen Zahlenangaben bedeuten daher nur Abbrechen der Reihe, aber n i c h t Rückschlag.

1.—3. Generation: hellseegrün.
4. „ : steril.
5. „ : hellseegrün.

Da keine Konidien im Laufe von acht Tagen sichtbar wurden, sie auch nach vier Wochen noch fehlten, trotz üppig entwickelten Mycels, wurden 0,1 % Eisensulfat zugefügt, worauf sich das Mycel innerhalb von zwei Tagen dicht mit Konidien der angegebenen Farbe überzog.

5. Generation: (auf Gelatine[1]) übergeimpft, da auf Nährlösung ohne Eisenzusatz nicht fruktifizierend) hellblaugrünlich.

(Auf Gelatine bisher noch neun weitere Generationen der gleichen Färbung verfolgt.)

Von der 5. Gelatine-Generation wurde wieder auf giftfreie Nährlösung zurückgeimpft;

11.—21. Generation: hellseegrün (Tafel II, Abb. 2 [2]).

Neigung zu Mißbildungen der Konidienträger sowohl auf flüssigem wie auf festem Nährboden.

β) bei sprungweiser Abstufung: kleiner als 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40000, 1 : 100000, 1 : 200000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., **1 : 800 Mill.**

Alle außer < 1 : 4000 ergaben graublaugrün abgeänderte Decken, die nur wenig von der Färbung der Kultur H 16 h abwichen. Deshalb nicht weiter verfolgt.

< **1 : 800 Mill.:** moosgrüne dünne Konidiendecke, durch Selbstaussaat der allein vorhandenen primären Konidien in demselben Kölbchen entstanden. Sofort zurückschlagend.

Wie der Augenschein lehrt, läßt sich meine Penicilliumform durch Zusatz von Bleisalz zur Nährlösung sehr leicht so verändern, daß die Farbe der Konidien mit der der Stammrasse nicht mehr übereinstimmt. Auffällig und merkwürdig ist dabei aber mehreres. Erstens die Launenhaftigkeit, mit der das eine Mal bei einer bestimmten Konzentration die Abänderung auftritt, und zwar über die ganze Pilzdecke hinweg, das andere Mal bei der gleichen Konzentration ausbleibt. Diese Eigentümlichkeit findet aber möglicherweise, freilich nur zum Teil, ihre Erklärung durch die Ergebnisse von Versuchen, über die später noch berichtet werden wird, wonach oft die primären Konidien noch nicht durch das Gift abgeändert erscheinen, sondern erst die sekundären, eine Tatsache, die ja übrigens ein Analogon in dem Verhalten der ersten Kultur 1 : 2000 hat, worüber ich oben berichtet habe. Hier waren die primären Konidien ebenfalls nicht verändert, wohl aber die Konidien an

[1]) Die Farbenangaben für Gelatine, resp. Agar beziehen sich auf sechs Tage alte Kulturen, da sich die Deckenentwicklung darauf rascher vollzieht.

Mycelien, die durch Selbstaussaat jener entstanden waren, mit anderen Worten, die Konidien einer zweiten Generation auf Giftnährlösung. Möglich also, daß die Abänderungen bei Bleinitratzusatz erst dann erkennbar werden, wenn an den Mycelien sekundäre Konidien entstehen, eine Frage, auf die bei Bleinitrat nicht geachtet wurde. Auffallend ist ferner, bei was für geringem Giftzusatze zu den Nährlösungen noch Abänderungen auftreten. Bei der kaum noch nachweisbaren Menge von 1 : 800 Mill. Bleinitrat (in 20 ccm Nährlösung) war jedesmal die Farbe der Sporen von der der Stammrasse wesentlich verschieden (vgl. Tafel II, Abb. 1 u. 14). Man wird hier lebhaft an bekannte oligodynamische Wirkungen von Schwermetallsalzen erinnert, ohne hier wie dort über den Mechanismus dieser Wirkungen ins Reine kommen zu können.

Zugleich zeigen die Protokolle, daß dem Gift als solchem durchaus nicht eine bestimmte Abänderung zugeordnet ist, wie man bereits aus den Farbdiagrammen von H_{16}g und H_{16}h ersehen kann.

Von ganz besonderem Interesse ist aber die Tatsache, daß sich die Abänderungen, auf giftfreie Nährlösung übertragen, ganz verschieden verhalten. Während die auf 1 : 2000 und $<$ 1 : 800 Mill. entstandenen moosgrünen Konidien dann sofort Mycelien und Konidien wie bei der Stammrasse lieferten, s c h l u g s o w o h l d i e A b ä n d e r u n g, d i e a u f 1 : 800 M i l l., a l s a u c h d i e j e n i g e, d i e a u f 1 : 40 M i l l. s i c h e n t w i c k e l t h a t t e, n i c h t z u r S t a m m r a s s e z u r ü c k, sondern blieb durch alle verfolgten Generationen bisher, auch auf Agar oder Gelatine davon verschieden. Bei der Form H_{16}g war die Deckenfarbe seither durch 21 Generationen konstant hellseegrün. Bei der anderen, H_{16}h, schwankte die Farbe der Decke in den aufeinanderfolgenden Impfgenerationen trotz Verwendung der gleichen Nährlösung in der gleichen Konzentration (aus e i n e m größeren Kolben auf die Kulturkölbchen verteilt!) zwischen verschiedenen Tönen hin und her, wenn auch eine Farbe (hellgraublaugrün) an Häufigkeit überwog. Es handelt sich also zum mindesten bei einer Anzahl der experimentell erzeugten Abänderungen um Formen, auf die der Begriff der »Modifikation« nicht ohne weiteres ohne Zwang anwendbar ist, wenn auch die sämt-

lichen Konidien der Myceldecke durch den Giftzusatz einheitlich verändert erscheinen.

Auffallend ähnlich und doch auch wieder in manchem besonders wirkten auf mein Penicillium Zusätze anderer Gifte, nur daß vielfach ganz andersartige Farbänderungen dadurch veranlaßt wurden.

b) Versuche mit Salizylsäure $C_6H_4(OH)COOH$.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: (1 : 2000, 1 : 4000), 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, **1 : 2 Mill.**, 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

Entwicklungshemmung durch die höchsten Konzentrationen bis 1 : 4000; 1 : 2000 nur untergetauchtes Mycel, 1 : 4000 sterile Rasen.

Alle anderen Kulturen stumpfblaugraugrün, mit rötlichem Ton vergrauend.

1 : 2 Mill.: H 15 f.

1\. Generation: stumpfblaugraugrün.
2\. ,, : blaugraugrün.
3.—5. ,, : grüngrau.
6.—8. ,, : weißlichgrün.
9.—16. ,, : mattgrauseegrün (Tafel II, Abb. 3 [2]).

Bis zur 6. Generation sehr langsames Wachstum, nur alle vier Wochen eine Abimpfung ermöglichend, seitdem aus unbekannten Ursachen sehr viel schnellwüchsiger.

β) bei sprungweiser Abstufung: kleiner als 1 : 2000, 1: 4000, **1 : 40 000**, 1 : 100 000, **1 : 200 000**, 1 : 2 Mill., **1 : 40 Mill.**, 1 : 800 Mill.

< **1 : 40 000:** H 15 c_1.

1\. Generation: stumpfgraublaugrün.
2.—10. ,, : mattgraublaugrün.
11.—19. ,, : weißlichgrün. (Tafel II, Abb. 15 [2]).

Auf Gelatine gelbliches Mycel, hellgraugrüne Konidien (Tafel, Abb. 28 [1]), schon nach zehn Tagen bräunlich vergraut. Sekundäres Mycel mit ebensolchen hellgraugrünen Konidien. Bleibt konstant von der Stammrasse verschieden, 9 Impfgenerationen verfolgt.

< **1 : 200 000:** H 15 e_1.

1.—3. Generation: graublaugrün.
4\. ,, : bläulicholivgrün, später silbergrau.
5\. ,, : mattgraubläulich, Unterseite dunkelgrün.
6.—11. ,, : hellgraublaugrün.
12.—20. ,, : bläulicholivgrün (Tafel II, Abb. 16 [2]).

Auf Gelatine mattgraubläulichgrün (Tafel II, Abb. 29 [1]). Konstant in acht weiteren Generationen. Reihe dann abgebrochen.

< **1 : 40 Mill.:** H 15 g_1.

1.—3. Generation: blaugraugrün, etwas intensiver als H 15 e_1.
4.—6. ,, : hellseegrün, Unterseite dunkelgrün.

7.—12. Generation: blaugraugrün.

13.—21. „ : hellgrüngrau (Tafel II, Abb. 17 [2]). Sekundäre Konidien in vereinzelten Trupps.

Auf Gelatine zehn Generationen verfolgt. Anfänglich mattolivgrün. Nach sechs Tagen macht die Konidiendecke einen vollkommen uneinheitlichen Eindruck. Das gelbliche Mycel ist mit Konidien aller erdenklichen Intensitäten von Gelblich- und Bläulichgrün bedeckt. Das uneinheitliche Aussehen beruht nicht etwa auf Infektion, sondern auf der Neigung zu Mißbildungen der Konidienträger und Hyphen und der verschiedenen Länge der Konidienketten, außerdem auf der ungleichen Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Myeelien. Nach 14 Tagen ist die Decke bräunlich vergraut. (Tafel II, Abb. 30 [1]).

Die Farbdiagramme der Tafel zeigen am besten, daß alle durch Salizylsäure hervorgerufenen Abänderungen untereinander sehr ähnliche Tönungen aufweisen.

c) Manganchlorid $MnCl_2 + 4\,H_2O$.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: 1 : 2000, 1 : 4000, **1 : 40 000, 1 : 100 000,** 1 : 200 000, **1 : 2 Mill.,** 1 : 40 Mill., **1 : 800 Mill.**

Primäre Konidien nur schwach entwickelt, nach sechs Tagen ganz von sekundärem Mycel überwuchert, scheinbar nicht abgeändert (vgl. aber das Protokoll der späteren speziellen Versuche auf S. 261 ff.), dagegen die sekundären, von denen allein hier abgeimpft wurde. Alle bis auf 1 : 40 000 sind mattweißlichblaugrün gefärbt.

1 : 40 000: mattgraugrünlichblau, bei Abimpfung sofort zur Stammrasse zurückschlagend[1]).

1 : 100 000: H 19 d.

1. Generation: mattweißlichblaugrün (sek. Kon.).

2.—6. „ : graublaugrün (prim. und sek. Konidien).

7.—9. „ : graugrün (nur prim. Konidien entwickelt).

10.—17. „ : graublaugrün (prim. und sek. Konidien; letztere nicht immer vorhanden). (Tafel II, Abb. 4 [2].)

1 : 2 Mill.: H 19 f.

1. Generation: mattweißlichblaugrün (sek. Kon.).

2.—14. „ : leuchtend blaugrün, kein sekundäres Mycel, sehr schwache Tröpfchenabscheidung. Farbe der Decken ähnlich der der Stammrasse, nur fast blau, weniger grün. (Tafel II, Abb. 5 [2].)

1 : 800 Mill.: H 19 h.

1. Generation: mattweißlichblaugrün (sek. Kon.).

2.—9. „ : leuchtend blaugrün, fast blau, etwas andere Tönung wie vorstehende Kultur (nur prim. Kon.).

[1]) Die zur Stammrasse zurückschlagenden Kulturen wurden stets noch 3 bis 5 Impfgenerationen weiter verfolgt, um sicher zu gehen, daß keine Täuschung vorlag.

10.—15. Generation: graugrün (prim. und sek. Kon.). (Tafel II, Abb. 18 [2].)

Auf Gelatine graugelbgrün, im Alter zweifarbig vergrauend, was auf der verschiedenen Länge der Konidienketten beruht. Sekundäres Mycel fehlt. In acht Generationen verfolgt, ohne zur Stammrasse zurückzuschlagen. (Tafel II, Abb. 31.)

β) bei sprungweiser Abstufung: geringer als **1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000,** 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

Nur primäre Konidien, aber außergewöhnlich reichlich entwickelt.

$<$ **1 : 2000:** H 19 a_1.

1.—3. Generation: gelbgrün.

4.—9. „ : mattgraublaugrün. (Tafel II, Abb. 6 [2].)

Zahl der Impfgenerationen so gering, da ursprünglich Weiterimpfung nicht beabsichtigt, weshalb zwischen der 1. und 2. Generation acht Monate Ruhezeit lagen.

$<$ **1 : 4000:**
$<$ **1 : 40 000:** } gelbgrün, bei Abimpfung zur Stammrasse zurückschlagend.

Besonders bemerkenswert ist, daß hier bei der ersten Manganchloridreihe *α* die primären Konidien der nach Giftzusatz entstandenen Generation ganz anders gefärbt sind als die sekundären, nämlich viel mehr so, wie die Konidien der Stammrasse, so daß ich lange Zeit meinte, diese primären Konidien seien überhaupt nicht verändert, besonders, da die primären Konidien der folgenden Generationen deutlich von der Farbe der Stammrasse abwichen. Sehr wahrscheinlich gilt Ähnliches gleichfalls für manche andere Giftzusätze, wenn ich dies, wie anfänglich bei den Mangankulturen, auch vielleicht verkannt habe.

d) Versuche mit Uranylnitrat $UO_2(NO_3)_2$.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: (1 : 2000), **1 : 4000,** 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, **1 : 2 Mill.,** 1 : 40 Mill., **1 : 800 Mill.**

1 : 2000 verhindert die Keimung. Die primären Konidien werden bald nach ihrem Erscheinen von sekundärem Mycel überwuchert. Die Rasen haben dicke, wulstige Ränder, die ihnen ein ganz fremdartiges Aussehen verleihen.

Die Abänderungen erschienen hier erst mit den sekundären Konidien, von denen allein dann abgeimpft wurde. Spätere besondere Versuche, diese Verhältnisse genauer zu prüfen, vgl. S. 264 ff.

1 : 4000: H 14 b.

1. Generation: seegrüngrau.

2. „ : blaugrün, wie die Stammrasse, nebeneinander gehalten durchaus nicht zu unterscheiden).

3.—16. Generation: hellseegrüngrau. Wolliges Aussehen der Konidiendecke. (Tafel II, Abb. 7 [2].)

1 : 2 Mill.: H 14 f.

1. Generation: spangrün, nicht vergrauend.

2. ,, : blaugrün, von der Stammrasse nicht zu unterscheiden.

3.—5. Generation: spangrün, nicht vergrauend. (Tafel II, Abb. 8[2].)

6. Generation: Rückschlag zur Stammrasse. Blaugrüne Farbe der Decke auch in sechs weiteren Impfgenerationen, daher mit der 12. abgebrochen.

1 : 800 Mill. seegrün. Rückschlag in der 2. Generation, auch die folgenden identisch mit der Stammrasse.

β) b e i s p r u n g w e i s e r A b s t u f u n g: kleiner als **1 : 2000,** 1 : 4000, 1 : 40 000, **1 : 100 000,** 1 : 200 000, **1 : 2 Mill.,** 1 : 40 Mill., **1 : 800 Mill.**

< **1 : 2000:** H 14 a_1.

1. Generation: spangrün, ohne einen Stich ins Graue, selbst noch im völlig ausgetrockneten Zustande nach 18 Monaten.

2.—4. Generation: spangrün, nach zwei Monaten langsam vergrauend.

5.—12. ,, : graublaugrün.

13. Generation: (nach drei Monaten Ruhezeit abgeimpt) dicke, sterile Myceldecke. Auch auf Agar und Gelatine kam es nur zur Entwicklung kümmerlichen, gelblichen Mycels. Auf G e l a t i n e erholte sich die Kultur nach dreimaligem Übertragen von Mycel so weit, daß zunächst sehr spärliche Pinsel mit Konidien von unbestimmbarer Farbe, dann durch Abimpfung von diesen eine völlig einheitliche, geschlossene Konidiendecke entwickelt wurde von blaugraugrüner, fast blauer Färbung. Aber schon in der folgenden Impfgeneration waren die Decken ganz anders gefärbt, nämlich anfangs zweifarbig lebhaft grün bis matt himmelblau, dann graugrün, graugelbgrün, aber einheitlich, um schließlich wieder doppelfarbig zu vergrauen.

Auf N ä h r l ö s u n g hatte sie sich nach vier Übertragungen von Mycel, das sich stets reichlich bildet, so weit erholt, daß die

18. Generation: spärliche Konidien unbestimmbarer Farbe trug, während sich die nächste Generation vollständig mit Konidien bedeckte.

19. Generation: graublaugrün.

20.—25. ,, : graublaugrün, fast blau. (Tafel II, Abb. 9 [2].)

26.—29. ,, : graugrün.

< **1 : 100 000:** H 14 d_1.

1. Generation: hellseegrün, mit einem Stich ins Himmelblaue.

2.—4. ,, : grauseegrün.

5. ,, : fast steril, Farbe nicht feststellbar.

6.—9. Generation: hellseegrün, fast himmelblau.

10. ,, : ganz mattblau.

11.—13. ,, : gelblichgrünblau.

14.—18. ,, : wasserblau, sehr hell. (Tafel II, Abb. 19 [2].)

Auf Gelatine der vorhergehenden Kultur sehr ähnlich, zweifarbig in jedem Alter. Die Erscheinung erklärt sich hier genau so wie bei H 15 g_1. Sie tritt in Gelatinekulturen, ebenso auf Agar und Nährlösung häufig auf, hat aber, wie ich betonen möchte, mit Infektion nichts zu tun. Nicht ganz gleichmäßige

Dicke der Nährbodenschicht läßt diese Eigentümlichkeit besonders deutlich hervortreten. (Tafel II, Abb. 32.)

$<$ **1 : 2 Mill.:** H 14 f_1.

1. Generation: spangrün, nicht vergrauend.
2. „ : blaugrün, von der Stammrasse nicht zu unterscheiden.

3.—6. „ : spangrün.

7.—21. „ : seegrün.

$<$ **1 : 800 Mill.:** H 14 h_1.

1.—2. Generation: hellblaugraugrün.

3. „ : olivgraugrün.

4.—14. „ : hellblaugraugrün. (Tafel II, Abb. 10 [2].)

Das Uranylnitrat zeigt wiederum insofern Besonderheiten seiner Wirkung, als bei allen Konzentrationen, wo Abänderungen auftreten, sicher noch nicht die primären, sondern immer erst die sekundären Konidien abgeändert waren. Aus den Farbdiagrammen sieht man am besten, daß die Sporenfarbe der Uranformen recht verschieden sein kann, obgleich sie nicht mehr die ursprünglichen, sondern die späterhin umgeänderten Färbungen angeben. Sehr merkwürdig ist das Verhalten der sonst nicht zurückschlagenden Formen $H_{14}b$ und $H_{14}f_1$, wo die zweite Impfgeneration (also die erste auf der Nährlösung ohne Giftzusatz!) Sporen von der Farbe der Stammrasse bildete, die von diesen abgeimpften dritten und die weiteren Generationen aber wieder wie zuerst oder anders verändert waren. Ich vermag diese Eigentümlichkeit einstweilen nicht zu erklären. Vielleicht gelingt das bei weiterer eingehender Untersuchung.

e) Versuche mit Eisenchlorid Fe_2Cl_3.

Konzentrationen:

a) bei dauernd gleicher Höhe: (1 : 2000), **1 : 4000,** 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

1 : 2000 nur schwaches, steriles Mycel, 1 : 4000 in der Entwicklung gegenüber den anderen Kulturen gehemmt.

Primäre und sekundäre Konidien ganz hell blaugrün, nach wenigen Tagen schon gelblichgrau. Die Nährlösung reagiert neutral, bis zur Konzentration 1 : 40 000.

1 : 4000: H 11 b.

1.—2. Generation: hellbläulichgrün.

3. „ : Rückschlag zur Stammrasse, ohne daß in den folgenden Impfgenerationen die ursprüngliche oder eine andere Abänderung aufgetreten wäre.

Auf Gelatine und im Agarröhrchen blieb sie länger konstant (7 resp. 8 Generationen verfolgt), gleichfalls ganz matt hellblaugrün. Bildet ein orangegelbes Pigment. Bei Rückimpfung von Agar oder Gelatine auf Nährlösung zwei Generationen konstant, in der 3. Rückschlag zur Stammrasse wie oben. Als Agarröhrchenkultur liegt die 15. Generation vor, durch Hin- und Herimpfen von Agar auf Nährlösung und umgekehrt konstant erhalten.

β) bei sprungweiser Abstufung: schwächer als 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, **1 : 100 000**, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

Reaktion der Nährlösung in allen Kulturen neutral. Primäre Konidien fast hellblau, die selten auftretenden sekundären ebenso.

< 1 : 100 000: H 11 d_1.

1.—4. Generation: fast hellblau, im Alter hellgelbgrau.

5. ,, : blaugrün wie die Stammrasse, ebenso die folgenden Generationen.

Durch Abimpfen von der 2. Generation konstant erhalten in der

3.—18. Generation: fast hellblau.

19. ,, : blaugrün wie die Stammrasse. Beim Zurückgehen auf die 16. Generation die Abänderung wieder konstant erhalten von der

17.—22. Generation: ganz matt graubläulichgrün.

23. ,, : dicke, wollige, sehr lange sterile Myceldecke, dann plötzlich nach 14 Tagen fruktifizierend, hellblaugraugrünlich, in zwei Tagen vergrauend.

Ebenso die folgenden

24.—28. Generationen: lange steril, nach 14 Tagen plötzlich fruktifizierend, sehr schnell vergrauend. (Tafel II, Abb. 20 [2].)

Auf Gelatine ist die Farbe etwas kräftiger und vergraut nicht so schnell. (Tafel II, Abb. 33.) Nach fünf Generationen trat darauf Rückschlag zur Stammrasse ein.

Weitere Versuche mit der ersten (unter dem Gifteinfluß entstandenen) Generation der Abänderung: Abimpfung auf Nährlösung nach 90 Tagen ergab Konstanz in fünf Generationen, dann Rückschlag. Abimpfung nach sechs Monaten zeitigte nur noch dünnes, steriles Mycel.

Bei dreimaliger Wiederholung dieser Reihe stets bei den Konzentrationen < 1 : 4000 bis < 1 : 100 000 fast hellblaue Primärkonidien mit gelbgrauer Endfärbung, am deutlichsten bei < 1 : 100 000, ohne eine Möglichkeit, diese länger als 3 bis 5 Generationen konstant zu erhalten. Rückschlag wird sofort bewirkt durch Überimpfen auf Brot, Zwieback, Kartoffel oder Mohrrübe.

Äußerlich sieht H $_{11}$ d_1 im Farbenton Penicillium luteum Zukal (Amsterdamer Rasse) zum Verwechseln ähnlich, besonders auf Agar, wo beide das orangegelbe Pigment bilden. Dagegen unterscheidet sie scharf das morphologische und physiologische Verhalten. Penicillium luteum Zukal besitzt einen wesentlich anderen Aufbau des Trägers, schlankere Sterigmen und einheitlich ellipsoidische Konidien. (Abb. bei Lafar, Mykologie, II.) Bei Penicillium H 11 d_1 kommen alle Formen und Größen von Konidien vor. Penicillium luteum Zukal

wächst so gut wie gar nicht auf Pflaumensaftgelatine, zur Ausbildung von Konidien kommt es nie darauf. Penicillium H 11 d_1 wächst zwar mit verlangsamter Geschwindigkeit darauf, schnürt aber reichliche Mengen von Konidien ab.

Im Unterschied zu den vorher besprochenen Giften sind bei Eisenchloridzusatz schon die primären Konidien und zwar ebenso wie die sekundären durch das Gift abgeändert.

Die Eisenvarianten besitzen nur beschränkte Konstanz. Nach wenigen Generationen (3 bis 5) schlagen sie ohne äußerlich erkennbaren Anlaß zur Stammrasse zurück, ohne daß es dabei von Einfluß ist, ob man von jungen oder alten Kulturen abimpft. Allerdings hat das Nährsubstrat darauf einen sehr merklichen Einfluß gezeigt, da die Überimpfung auf Brot, Zwieback, Kartoffel oder Mohrrübe sofortigen Rückschlag zur Folge hatte. Andererseits ließ er sich aber in Nährlösung auch durch Zurückgreifen auf frühere, noch nicht zum Rückschlagen neigende Impfgenerationen beträchtlich hinausschieben.

Die weiteren mitgeteilten Versuche, in denen das Mycel bis zu 6 Monaten dem Gift ausgesetzt wurde, deuten ferner darauf hin, daß die Konstanz durch längere Giftwirkung nicht erhöht wird.

f) Versuche mit Jodkalium KJ.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, **1 : 100 000**, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill. Entwicklungshemmung bei allen Konzentrationen. Noch nach sechs Tagen nur steriles Mycel. Primäre Konidien undeutlich ausgebildet, Farbe nicht anzugeben, rasch von gelblichem sekundärem Mycel überwuchert. Alle bis auf 1 : 2000 mit hellseegrünen sekundären Konidien, 1 : 4000 grauseegrün. 1 : 2000 nicht abgeändert.

1 : 100 000: H 18 d.

1.—9. Generation: hellseegrün.

10.—15. „ : grauseegrün. (Tafel II, Abb. 11 [2].)

β) bei sprungweiser Abstufung: geringer als 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

$<$ 1 : 100 000 }
$<$ 1 : 40 Mill. } hellseegrün.
$<$ 1 : 800 Mill. }

Auch bei der Wiederholung dieser beiden Jodkaliumreihen traten nur seegrüne Abänderungen auf, so daß man hier zum

erstenmal von einer spezifischen Wirkung eines Giftes reden könnte, wenn nicht die seegrüne Färbung auch noch durch andere Gifte, wie Bleinitrat ($H_{16}g$) oder Uranylnitrat ($H_{14}d_1$) hervorgerufen würde. In der Tat ist das die einzige durch Jodkaliumzusatz erreichte Farbänderung.

g) Versuche mit Chloralhydrat CCl_3COH.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

1 : 40 000 }
1 : 100 000 } seegrün.
1 : 40 Mill. }

Nicht auf Konstanz geprüft, da diese Deckenfarbe vielfach vertreten.

β) bei sprungweiser Abstufung: < 1 : 2000, 1 : 4000, **1 : 40 000**, 1 : 100 000, 1 : 200 000, **1 : 2 Mill.**, **1 : 40 Mill.**, **1 : 800 Mill.**

< **1 : 40 000**: H 12 c_1.

1.—2. Generation: spangrün, nicht vergrauend.
3. „ : graugelbgrün, im Alter olivgrün, mit gelblichem Luftmycel.
4.—5. Generation: spangrün.
6. „ : graugelbgrün.
7. „ : spangrün.
8. „ : graugelbgrün.
9. „ : spangrün.
10.—18. „ : hellgraublaugrün.
19.—24. „ : graublaugrün. (Tafel II, Abb. 21 [2].)

Auf Gelatine von ähnlicher graublaugrüner Tönung, nur kräftiger und erst nach sehr langer Zeit vergrauend. Durch acht Generationen kultiviert, konstant (abgeimpft von der 6. Generation auf Nahrlösung). (Tafel II, Abb. 34 [1].)

< **1 : 2 Mill.**: H 12 f_1.

1. Generation: graugrünblau, nicht vergrauend.
2.—4. „ : olivgraugrün.
5.—7. „ : blaugrün wie die Stammrasse, daher die Reihe hier abgebrochen.

< **1 : 40 Mill.**: H 12 g_1.

1.—6. Generation: seegrün.
7. „ : rötlichgraugrün.
8. „ : hellgraugrün.
9.—12. „ : seegrün.
13.—20. „ : bläulichgraugrün. (Tafel II, Abb. 22 [2].)

Auf Gelatine ist sie grüngrau (Tafel II, Abb. 35 [1]), konstant in zwölf Generationen[1].

[1]) Vgl. Anm. 4, S. 237.

< **1 : 800 Mill.:** H 12 h_1.

1. Generation: olivgrün-seegrün.
2.—4. „ : seegrün.
5.—9. „ : bläulichseegrün.
10.—15. „ : graugrünblau. (Tafel II, Abb. 12 [2].)

Wie bei Eisenchlorid wurde hier eine Form erzeugt ($H_{12}f_1$), die sich nur eine beschränkte Anzahl von Generationen (4) hielt, um dann zur Stammrasse zurückzuschlagen, während sich die übrigen Abänderungen bisher in vielen Generationen konstant erwiesen haben. Das Schwanken in der Sporenfarbe bei $H_{12}g_1$ war mit großer Wahrscheinlichkeit auf schroffen Temperaturwechsel im Hochsommer 1914 zurückzuführen.

h) Versuche mit Sublimat $HgCl_2$.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: (1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40,000), 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., **1 : 800 Mill.**

Bei den ersten drei Konzentrationen kommt es zu keinem Wachstum.

1 : 800 Mill.: H 13 h.

1.—3. Generation: spangrün, nicht vergrauend.
4.—6. „ : olivgraugrün.
7.—9. „ : blaugrün wie die Stammrasse, Rückschlag.

β) bei sprungweiser Abstufung: geringer als 1 : 2000, **1 : 4000,** 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, **1 : 2 Mill.,** 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

< **1 : 4000:** H 13 b_1.

1.—4. Generation: hellgraugrün.
5.—8. „ : blaugrün wie die Stammrasse, Rückschlag.

< **1 : 2 Mill.:** H 13 f_1.

1.—2. Generation: spangrün.
3. „ : gelblichgraugrün.
4. „ : spangrün.
5. „ : gelblichgraugrün, gelbliches Mycel.
6.—9. „ : seegrün.
10.—12. „ : graugelbgrün.
13.—18. „ : mattgraugrün, anfänglich fast gelbgrün-wiesengrün, mit gelblichem Mycel. (Tafel II, Abb. 23 [2 u. 1].)

Auf Gelatine doppelfarbig: graugrünblau und sehr hell grüngrau, dann einheitlich hellblaugrün. (Tafel II, Abb. 36 [1, 2].) In zehn Generationen verfolgt.

Im Agarröhrchen 1.—8. Generation gelblichgraugrün.
9. Generation: blaugrün, fast blau, mit rostrotem Mycelrande.
10.—12. Generation: fast blau, ohne den rostfarbenen Mycelrand.
13.—16. „ : gelblichgraugrün.

Der Agar der 6.—14. Generation entstammte demselben Kolben, so daß die Agarzusammensetzung nicht für den beobachteten Umschlag verantwortlich gemacht werden kann. Aber auch irgendwelcher Zusammenhang mit der Temperatur war nicht zu erkennen, da die Umänderung zu einer Zeit auftrat und verschwand, als die Zimmertemperatur im Winter nur um wenige Grade schwankte.

Also auch durch Sublimat lassen sich Abänderungen erzielen, die nur eine beschränkte Anzahl (4 bis 6) Generationen konstant bleiben, dann aber zur Stammrasse zurückschlagen. Daneben freilich zeigte eine Form ($H_{13}f_1$) eine recht bemerkenswert lange Konstanz.

Dieselbe Form, auf Agar gezogen, beweist, daß das Umschlagen auf bisher unbekannte Faktoren zurückzuführen ist, ohne daß ein Anhalt gegeben wäre, worin diese zu suchen seien.

i) Versuche mit Kaliumbichromat $K_2Cr_2O_7$.

Bei den Vorversuchen, und zwar bei dauerndem Zusatz von 1 : 500 Mill. $K_2Cr_2O_7$ wurde eine sandfarbene Abänderung erhalten, die aber beim Abimpfen auf giftfreie Nährlösung trotz vielfachen Abimpfens stets sofort zur Stammrasse zurückschlug. Auch durch Beimpfen der abfiltrierten und frisch sterilisierten gebrauchten Nährlösung dieser Kulturen mit den sandfarbenen Sporen wurde kein besserer Erfolg erzielt. Ebenso mißlang der Versuch, durch Zusatz frischer Nährlösung sekundäre Konidien zu erhalten. Zwar überwucherten die primären Konidien rasch mit sekundärem Mycel, aber dieses blieb dann dauernd steril. Trotz wiederholten Ansetzens desselben Versuches kam nie wieder eine solche sandfarbene Abänderung zustande, auch trat sie nie bei Zusatz eines der anderen Gifte auf.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

Beförderung der Ausbildung sekundären Mycels, ehe noch die Färbung der primären Konidien deutlich erkennbar wird. Sekundäre Konidien nach 18 Tagen ganz von tertiärem Luftmycel überwuchert.

1 : 800 Mill.: spangrün.

β) bei sprungweiser Abstufung: geringer als 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, **1 : 100 000,** 1 : 200 000, 1 : 1 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

< 1 : 100 000: $H\ 10\ d_1$.

1. Generation: spangrün, nicht vergrauend.
2. „ : graugrün.
3. „ : bräunlichgrün, sehr dünnes Mycel.

4.—20. „ : spangrün, im Alter vergrauend. (Tafel II, Abb. 24 [2].)

Auf Gelatine dauernd zweifarbig (zehn Generationen hindurch verfolgt), obwohl nur primäre Konidien vorhanden sind, die aber nicht gleichmäßig stark

sich entwickelt haben. Diese Unterschiede gleichen sich später nicht aus. (Tafel II, Abb. 37 [1—4].)

Bei Wiederholung beider Reihen nur 1 : 800 Mill. spangrün abgeändert.

Hier (bei 1 : 500 Mill.) ist das Auftreten einer fast farblosen, jedenfalls nicht grünen Form bemerkenswert, das auf die Möglichkeit des gänzlichen Verschwindens der Konidienfärbung bei Penicillium glaucum hinweist. Übrigens beruhte das sandfarbene Aussehen durchaus nicht etwa auf Konidienmangel, vielmehr waren wie gewöhnlich lange Sporenketten abgeschnürt. Leider war die einmal erzielte Form nicht konstant zu erhalten.

k) Versuche mit Goldchlorid $AuCl_3$.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: (1 : 2000), 1 : 4000, 1 : 40000, 1 : 100000, 1 : 200000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

1 : 2000 hindert die Entwicklung. Alle Kulturen bis auf 1 : 40 Mill. zeigen kleine, leuchtend blaugrüne Konidienrasen, die nicht zu einer zusammenhängenden Decke verschmelzen und erst nach zwei Monaten vergrauen.

1 : 40 Mill.: seegrün.

1 : 800 Mill.: H 20 h.

1. Generation: leuchtend blaugrün.
2. „ : hellseegrün.

3.—4. „ : blaugrün, aber wie die Stammrasse.
5.—8. hellseegrün.
9.—15. „ : blaugrün, fast blau. (Tafel II, Abb. 25 [2].)

Auf Gelatine hellseegrün, allmählich in Silbergrau übergehend. (Tafel II, Abb. 38 [2, 4].) In acht Generationen als konstant verfolgt.

β) bei sprungweiser Abstufung: schwächer als 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

Keine Abänderungen.

Sehr merkwürdig verhielt sich die Goldchloridabänderung $H_{20}h$, indem, ähnlich wie bei einigen Uranylnitratformen, die 3. und 4. Generation scheinbar zur Stammrasse zurückgeschlagen, die späteren, davon abgeimpften Generationen aber wieder wie die ersten abgeändert waren.

l) Versuche mit Kupfersulfat $CuSO_4$.

Konzentrationen:

α) bei dauernd gleicher Höhe: 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

Keine Abänderungen.

β) bei sprungweiser Abstufung: schwächer als 1 : 2000, 1 : 4000, **1 : 40 000,** 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill.

< **1 : 40 000:** H 6 a_1.

1.—38. Generation: grünlichblau. (Tafel II, Abb. 26 [2].)

Auf Agar und Gelatine etwas mehr gelblicher Ton, aber gleichfalls dauernd konstant (seit zwei Jahren bei ca. 14tägiger Abimpfung). Bei der dreimaligen Wiederholung dieser beiden Kupfersulfatreihen wurde nur einmal eine Abänderung aufgefunden, und zwar gleichfalls bei der Konzentration < 1 : 40 000: H 6 a_2. Sie war H 6 a_1 im Farbenton sehr ähnlich, unterschied sich aber von dieser durch das schneller eintretende Vergrauen (Tafel II, Abb. 13 [4]), was auch auf Gelatine und Agar beobachtet werden konnte. Beide Kupfersulfatformen, H 6 a_1 sowohl wie H 6 a_2, sind durch ihre Abneigung gegen eisenhaltige Nährsubstrate besonders gekennzeichnet. Zusatz von Eisensulfat oder -chlorid, selbst in winzigen Mengen, verhindert die Ausbildung von Konidien, während alle anderen angeführten Abänderungen, ebenso wie die Stammrasse, bei Eisenzusatz äußerst üppig fruktifizieren. Allerdings wirkt er häufig gleichzeitig verändernd, weshalb er außer zu besonderen Versuchszwecken nicht zur Anwendung gelangte. —

Für alle Gifte gilt, was schon bei Bleisalz hervorgehoben wurde, daß sie mehr oder weniger launenhaft wirken, indem bei ein und derselben Konzentration bald Abänderung eintrat, bald nicht (z. B. Bleinitrat 1 : 40 Mill., Kaliumbichromat < 1 : 100000 oder Kupfersulfat < 1 : 40000). Nicht alle Giftreihen sind zwar ganz wiederholt worden. Stichproben indessen, die mit einigen Konzentrationen gemacht worden sind, führten zu keinen Abänderungen und seien daher nicht weiter erwähnt. Von besonderen Versuchen in dieser Richtung wird weiterhin die Rede sein.

Ähnliche Farbänderungen der Sporen können durch ganz verschiedene Gifte und umgekehrt sehr verschiedene Farbänderungen durch ein und dasselbe Gift hervorgerufen werden. Das zeigt noch deutlicher als die Protokolle die Tabelle 1 (vgl. S. 28 und 29).

Ausdrücklich sei auch darauf hingewiesen, daß Umschlag und Rückschlag genau in der gleichen Weise in Erscheinung treten wie die Abänderungen überhaupt. Immer sind, auch bei Vielzellaussaaten, alle Mycelien einer Kultur um- oder zurückgeschlagen, das eine Mal in der Generation x, das andere Mal in der Generation y; das gilt bei Penicillium f. H. ausnahmslos für

Tabelle 1.

Farbenton	Giftkultur	Konzentration	Ort des Auftretens	Mycelfarbe	Mycelunterseite
1. matt-weißlich-grün	$MnCl_2$	1 : 2000	sek. Kon.	weiß	weiß
		1 : 4000	,,	,,	,,
		1 : 100 000	,,	,,	,,
		1 : 200 000	,,	,,	,,
		1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
seegrün	$PbNO_3$	1 : 2000	prim. Kon.	,,	,,
		1 : 4000	,,	,,	,,
		1 : 40 Mill.	prim. u. sek.Kon.	,,	,,
	KJ	1 : 4000	sek. Kon.	gelblich	gelblich
		1 : 40 000	,,	,,	,,
		1 : 100 000	,,	,,	,,
		1 : 200 000	,,	,,	,,
		1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
		< 1 : 100 000	,,	,,	,,
		< 1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
		< 1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
	$UO_2(NO_3)_2$	< 1 : 100 000	sek. Kon.	weiß	weiß
		< 1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
	CCl_3COH	1 : 40 000	prim. u. sek.Kon.	,,	,,
		1 : 100 000	,,	,,	,,
		1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
	$AuCl_3$	1 : 40 Mill.	prim. Kon.	,,	,,
seegrüngrau	$UO_2(NO_3)_2$	1 : 4000	sek. Kon.	,,	,,
hellblaugrün	Fe_2Cl_3	1 : 4000	prim. u. sek.Kon.	gelblich	,,
		1 : 40 000	,,	,,	,,
		1 : 100 000	,,	,,	,,
		1 : 200 000	,,	,,	,,
		1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
		< 1 : 2000	,,	,,	,,
		< 1 : 4000	,,	,,	,,
		< 1 : 40 000	,,	,,	,,
		< 1 : 100 000	,,	,,	,,
		< 1 : 200 000	,,	,,	,,
		< 1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
		< 1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
		< 1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
hellgraugrün	$HgCl_2$	< 1 : 4000	,,	weiß	,,
hellgrau-blaugrün	$PbNO_3$	1 : 800 Mill.	prim. u. sek.Kon.	,,	,,
	$UO_2(NO_3)_2$	< 1 : 800 Mill.	sek. Kon.	,,	,,
mattgrau-grünlichblau	$MnCl_2$	1 : 40 000	sek. Kon.	,,	,,
graublau-grün	$PbNO_3$	< 1 : 2000	prim. u. sek.Kon.	,,	,,
		< 1 : 40 000	,,	,,	,,
		< 1 : 100 000	,,	,,	,,
		< 1 : 200 000	,,	,,	,,

Tabelle 1 (Fortsetzung.)

Farbenton	Giftkultur	Konzentration	Ort des Auftretens	Mycelfarbe	Mycelunterseite
graublaugrün	$PbNO_3$	< 1 : 2 Mill.	prim. u. sek. Kon.	weiß	weiß
		< 1 : 40 Mill.	,,	,,	,,
	CCl_3COH	< 1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
	$C_6H_4(OH)COOH$	< 1 : 200 000	prim. Kon.	,,	,,
		< 1 : 40 Mill.	,,	dunkelgrün	,,
stumpfgrau blaugrün	$C_6H_4(OH)COOH$	< 1 : 40 000	,,	weiß	,,
		< 1 : 100 000	,,	,,	,,
		< 1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
		< 1 : 800 Mill.	,,	,,	,,
gelbgrün	$MnCl_2$	< 1 : 2000	prim. Kon.	,,	,,
		< 1 : 4000	,,	,,	,,
		< 1 : 40 000	,,	,,	,,
moosgrün	$PbNO_3$	1 : 2000	prim. Kon. der 2. Generation auf Giftlösung	,,	,,
		< 1 : 800 Mill.		,,	,,
spangrün, nicht vergrauend	$K_2Cr_2O_7$	1 : 800 Mill.	prim. u. sek. Kon.	,,	,,
		< 1 : 100 000	,,	,,	,,
	CCl_3COH	< 1 : 40 000	,,	gelblich weiß	gelblich weiß
	$HgCl_2$	1 : 800 Mill.	prim. Kon.		
		< 1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
	$UO_2(NO_3)_2$	1 : 2 Mill.	sek. Kon.	,,	,,
		< 1 : 2000	,,	,,	,,
		< 1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
leuchtend blaugrün	$AuCl_3$	1 : 4000	prim. Kon.	,,	,,
		1 : 40 000	,,	,,	,,
		1 : 100 000	,,	,,	,,
		1 : 200 000	,,	,,	,,
		1 : 2 Mill.	,,	,,	,,
		1 : 800 Mill.	,,	,,	,,

alle Fälle, die bisher beschrieben wurden. Auch das spricht sehr dafür, daß irgendeine, bisher für uns noch nicht faßbare äußere Bedingung Umschlag oder Rückschlag bewirkt oder zum mindesten mit daran beteiligt ist.

Besondere Beachtung verdient außerdem die Erscheinung, daß, mit einer Ausnahme bei $H_{11}a_1$, auf Gelatinenährboden Umänderungen der durch den Gifteinfluß entstandenen Farbentöne nicht wahrgenommen wurden, wenn ich auch die Konstanzprüfung darauf nicht so weit ausgedehnt habe, wie auf Nährlösung. Für eine geringere Neigung, auf Gelatine umzuschlagen, spricht auch die mehrfach gemachte Erfahrung, daß die Farbentönung auf Gelatine unabhängig davon ist, ob von der ersten abgeänderten oder einer späteren umgeänderten Nährlösungsgeneration abgeimpft wird. Umschlag und Rückschlag vollziehen sich

also auf Nährlösung wohl leichter, sind aber auch auf festen Nährböden nicht ausgeschlossen. Das gleiche scheint für Bakterien zu gelten, wo die reichste Ausbeute an veränderten Formen auf flüssigen Nährböden zu gewinnen ist (Bernhardt 1915).

Das wichtigste Ergebnis aller meiner bisher mitgeteilten Versuche scheint mir zu sein, daß die Abänderungen, die durch die verschiedenen Gifteinflüsse bei meinem Penicillium glaucum f. H. sich erzielen lassen, mehr oder weniger konstant sind.

Unschwer lassen sie sich hinsichtlich der Konstanz in drei Gruppen bringen,

1. Solche, die sofort zurückschlagen, wenn man die abgeänderten Sporen auf giftfreie Nährlösung aussät. Als Beispiele seien genannt einige der Bleinitrat- (z. B. 1 : 2000) und der Manganchloridabänderungen (z. B. < 1 : 40 000).

2. Solche, die sich auf normaler Nährlösung eine Anzahl von Generationen hielten, um danach zur Stammrasse zurückzuschlagen. Dieser Rückschlag erfolgte bei ein und derselben Form bald in einer früheren, bald in einer späteren Generation, ohne äußerlich erkennbaren, besonderen Anlaß. Dahin gehören einige Eisenchlorid- 1:4000, < 1:100 000) und Sublimatformen (1:800 Mill., < 1:4000).

3. Solche, die, soviele Generationen hindurch sie auch auf Nährlösung ohne Giftzusatz, auf Gelatine oder Agar weiter kultiviert wurden — und das war bei H_6a_1 (Kupfersulfat < 1:40 000) bis zu 38 Generationon der Fall — überhaupt niemals zur

Ta-

Giftzusatz	Konzentratio							
	1 : 2000	< 1 : 2000	1 : 4000	< 1 : 4000	1 : 40 000	< 1 : 40 000	1 : 100 000	< 1 : 100 00
$PbNO_3$	+ *	+ ?	+ ?		+ ?	+ ?		+ ?
$C_6H_4(OH)COOH$		+ ?		+ ?	+ ?	+ 19	+ ?	+ ?
$MnCl_2$	+ ?	+ 9	+ ?	+ *	+ *	+ *	+ 17	
$UO_2(NO_3)_2$ . .		+ 29	+ 16					+ 18
Fe_2Cl_3		+ ?	+ 2*	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ 28
KJ			+ ?		+ ?		+ 15	+ ?
CCl_3COH . . .					+ ?	+ 24	+ ?	
$HgCl_2$				+ 4*				
$K_2Cr_2O_7$ . . .								+ 20
$AuCl_3$.			+ ?		+ ?		+ ?	
$CuSO_4$						+ **38**		

[1]) Die Zeichen bedeuten: + : Abänderung; Zahl: Anzahl der bisher verfolgten konstanten nicht zurückgeschlagenen Kulturgenerationen; *: Rückschlag, die Zahl vor einem Stern gib

Stammrasse zurückkehrten. Diese Formen kann man wiederum in zwei Untergruppen einteilen, nämlich in

a) solche, deren Sporenfarbe durch alle Generationen hindurch, von individuellen Schwankungen im einzelnen abgesehen, völlig konstant blieb, z. B. Kupfersulfatformen H_6a_1 und H_6a_2.

b) solche, die meist ohne erkennbare äußere Ursache in den aufeinanderfolgenden Generationen bezüglich ihrer Sporenfarbe in weiteren oder engeren Grenzen hin- und herschwankten, z. B. die Salizylsäureform $H_{15}e_1$, die Uranylnitratform $H_{11}a_1$ oder die Chloralhydratform $H_{12}c_1$ und eine Reihe anderer. Besonders merkwürdig sind unter diesen umschlagenden Formen einige Abänderungen, z. B. die Uranylnitratformen 1 : 2 Mill. ($H_{14}f$) und < 1 : 2 Mill. ($H_{14}f_1$) oder die Goldchloridform 1 : 800 Mill. ($H_{20}h$) dadurch, daß die Sporenfärbung vorübergehend durch 1 bis 2 Generationen vollständig zu der Stammrasse zurückkehrte, jedenfalls so weit, daß eine Unterscheidung von dieser nicht möglich war.

Häufigkeit und Konstanz der erzeugten Abänderungen seien hier übersichtlich zusammengestellt[1] (Tabelle 2).

Die gleichzeitig mit jeder Kulturreihe angesetzten giftfreien Kontrollkulturen (je zwei) wichen von dem Aussehen der Stammrasse nicht ab. —

Das Vorkommen der zweiten Hauptgruppe legt den Gedanken sehr nahe, daß vielleicht auch die Formen der dritten

…lle 2.

Gifte							
…0000	< 1 : 200000	1 : 2 Mill.	< 1 : 2 Mill.	1 : 40 Mill.	< 1 : 40 Mill.	1 : 800 Mill.	< 1 : 800 Mill.
	+ ?		+ ?	+ 21		+ 23	+ *
:	+ 20	+ 16	+ ?	+ ?	+ 21	+ ?	+ ?
:		+ 14		+ ?		+ 15	
		+ 5*	+ 21			+ *	+ 14
:	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ ?
:		+ ?		+ ?	+ ?	+ ?	+ ?
			+ 4*	+ ?	+ 20		+ 15
			+ 18			+ 6*	
						+ ?	
?		+ ?		+ ?		+ 15	

…daß die betreffende Form bis zu der angegebenen Generation konstant war; ?: nicht …Konstanz geprüft.

nur einen beschränkten, wenn auch größeren Grad von Konstanz besitzen. Ich habe deshalb eine Form dieser dritten Gruppe, die Kupfersulfatform H_6a_1, eingehend auf ihre Konstanz geprüft. Ich habe schon erwähnt, daß diese Form auf giftfreier Nährlösung bisher 38 Generationen, ferner auf Agar- und Gelatinenährboden seit zwei Jahren bei etwa 14tägiger Abimpfung dauernd völlig konstant geblieben ist.

3. Versuche, die Konstanz zu erschüttern.

H_6a_1 wurde zunächst auf Mohrrübe, Kartoffel, Schwarzbrot und Zwieback kultiviert und von diesen Substraten auf giftfreie Nährlösung zurückgeimpft. Rückschlag brachte auch mehrfaches Hinüberschicken über diese Nährböden nicht zustande. Ebensowenig wurde er auf andersartigen Nährlösungen, wie Knoplösung + 2%, resp. 4% Rohrzucker, auf Aspergillusnährlösung, auf Fruchtsäften oder bei Zusatz von Farbstoffen, wie Methylenblau, Lichtgrün, Rosanilin oder Gentianaviolett beobachtet. Das Wachstum ist auf allen diesen Nährböden üppig. Das Mycel ist, außer auf Zwieback, auf allen festen Substraten schwefelgelb. Erst nach reichlicher Konidienabschnürung verschwindet die Gelbfärbung, die vom Licht unabhängig ist.

Die bemerkenswerte Tatsache, daß diese Form scheinbar gar keine Neigung zum Umschlagen besaß, wie sonst alle Formen dieser Gruppe, veranlaßte mich, zu untersuchen, ob sie nicht doch noch auf irgendeine Weise zu erschüttern und zu Umschlag oder Rückschlag zu bringen sei. Ich ließ deshalb 12 verschiedene Gifte in aufeinanderfolgenden Kulturgenerationen nacheinander und stets in der gleichen Konzentration $< 1:2000$ einwirken: Kupfersulfat, Kaliumbichromat, Rhodankalium, Jodkalium, Goldchlorid, Kupferchlorid, Kobaltnitrat, Manganchlorür, Eisenchlorid, Chloralhydrat, Eisensulfat und Uranylnitrat. Sobald sich eine Konidiendecke gebildet hatte, impfte ich auf das nächste der angegebenen Gifte ab. Gleichzeitig wurde auf Normallösung ohne Giftzusatz übergeimpft, um einen etwa erfolgten Umschlag in eine anders gefärbte Abänderung feststellen zu können. Es kam aber weder zu diesem noch zum

Rückschlag. Nach der Einwirkung des 12. Giftes sah die betreffende Kulturgeneration noch genau so aus wie eine entsprechenden Alters vor Einwirkung des ersten. Wie erwähnt, bildete sich bei Zusatz von Eisenchlorid und -sulfat nur steriles Mycel, so daß in diesen Fällen nur Mycelübertragung stattfinden konnte. Dauernder Zusatz der verschiedenen Gifte in der Konzentration 1 : 2000 hatte ebensowenig Erfolg, dagegen waren die Mycelien schon nach der 3. Giftgeneration so winzig und sporenarm, daß es mehrere Generationen dauerte, bis das Wachstum auf Nährlösung wieder normal wurde.

Danach ist es mir also auf keinerlei Weise gelungen, die Konstanz dieser Form zu erschüttern. Anders verhielt sich eine der in der Sporenfarbe schwankenden Formen dieser Gruppe, die Goldchloridabänderung $H_{10}h$. Die sechste, seegrüne Generation wurde als Ausgangskultur benutzt und nacheinander mit 10 verschiedenen Giften ungleicher Konzentration behandelt. Es fand sich:

1. Generation: $AuCl_3$ 1 : 800 Mill. seegrün.
2. ,, : $K_2Cr_2O_7$ 1 : 4000 seegrün.
3. ,, : Fe_2Cl_3 1 : 2000 steril.
4. ,, : Fe_2Cl_3 1 : 40 000 (Mycel übertragen) hellgraublaugrün.
5. ,, : $MnCl_2$ 1 : 2000 seegrün.
6. ,, : $CuSO_4$ 1 : 2000 blaugrün, wie die Stammrasse, Rückschlag.
7. Generation: KJ 1 : 100 000 blaugrün wie die Stammrasse.
8. ,, : CCl_3COH 1 : 4000 blaugrün wie die Stammrasse.
9. ,, : $PbNO_3$ 1 : 4000 seegrün.
10. ,, : KCNS 1 : 200 000 seegrün.

In ähnlicher Weise wurde auch noch die Eisenchloridform $H_{11}d_1$ der Gruppe 2 geprüft, wobei sich folgendes ergab:

1. Generation: (abgeimpft von der 18., mattgraubläulichgrünen Generation von H 11 d_1): $AuCl_3$ 1 : 40 Mill. spangrün.
2. Generation: $PbNO_3$ 1 : 40 000 graugelbgrün.
3. ,, : KCNS 1 : 100 000 graugelbgrün.
4. ,, : $FeSO_4$ 1 : 4000 mattgraubläulichgrün.
5. ,, : $C_6H_4(OH)COOH$ 1 : 100 000 mattgraubläulichgrün.

*6. ,, : $K_2Cr_2O_7$ 1 : 40 000 mattgraubläulichgrün.

7. ,, : $CuSO_4$ 1 : 40 000 spangrün.

*8. ,, : KJ 1 : 100 000 spangrün.

Beim Abimpfen auf giftfreie Nährlösung blieb die jeweils erhaltene Deckenfarbe bestehen, nur bei den mit einem Stern versehenen Generationen wurde Rückschlag zur Stammrasse beobachtet.

Aus dem Verhalten der beiden Formen $H_{20}h$ und $H_{11}d_1$ gegenüber wechselnden Gifteinflüssen ist also ersichtlich, daß die Gifte auf Abänderungen mit schwankender Deckenfarbe weiter verändernd einwirken, auch Rückschlag hervorrufen können.

4. Morphologische Eigenschaften der Abänderungen.

Das makroskopisch oft so stark voneinander abweichende Aussehen der einzelnen Formen legte den Gedanken nahe, daß vielleicht auch mikroskopisch erkennbare Unterschiede im Bau und in der Gestalt der Konidienträger dafür in Betracht kämen. Es bestehen aber zwischen der Stammrasse und den Abänderungen, auch den divergentesten Typen, wie etwa H_6a_1 und $H_{11}d_1$, keine sehr deutlichen Verschiedenheiten morphologischer Art. Mißbildungen, z. B. kolbige Anschwellungen der Sterigmen, wie sie für die Salizylsäureform $H_{15}g_1$, die Uranylnitratform $H_{14}a_1$ oder die Bleinitratform $H_{16}h$ charakteristisch sind, kommen auch bei der normalen Stammrasse häufig vor. Ebenso sind Kugelzellen bei allen Formen keine Seltenheit. Im übrigen sind die Ausmaße der Mycelfäden, der Träger, Metulen, Sterigmen und Konidien allenthalben im Mittel die gleichen, so oft auch im Laufe der beiden Jahre Messungen vorgenommen wurden. Nur überwiegen zuweilen in einzelnen Kulturgenerationen die Träger ohne Metulen, wie z. B. häufig bei der Bleinitratform $H_{16}h$. Bei den Kupfersulfatformen H_6a_1 und H_6a_2 fällt aber auch dieses Merkmal fort, so daß beide mikroskopisch von der Stammrasse in keiner Weise zu unterscheiden sind, wie die Mehrzahl aller beschriebenen Abänderungen. Auch die gelegentliche Körnelung der Trägermembran ist nur von sekundärer Bedeutung, da sie durchaus nicht in allen Impfgenerationen auftritt und ebensogut in Kulturen der Stammrasse zu beobachten ist. Manche der Abänderungen unterscheiden sich allerdings von der Stammrasse durch die geringe Menge der gebildeten Sporen, doch wechselt auch diese Eigentümlichkeit oft erheblich

Bloß bei der Eisenchloridform $H_{11}d_1$ werden auf Nährlösung stets nur kurze Konidienketten abgeschnürt.

Verschiedenheiten in der Schnelligkeit der Kernvermehrung in den keimenden Sporen, wie bei Aspergillus niger und seinen an späterer Stelle besprochenen Abänderungen, konnten bei den erzeugten Penicilliumformen nicht festgestellt werden. Das war nicht einmal möglich bei ganz verschiedenen Penicillien, wie Penicillium variabile Wehmer oder Penicillium luteum Zukal und meiner Form H. Nur bei der Eisenchloridform $H_{11}d_1$ ließ sich eine morphologische Besonderheit insofern feststellen, als die mehr länglichen Konidien weniger gut keimten als die runden und nur kümmerliche, kernarme Keimschläuche bildeten, die sich ohne Vorbehandlung mit Eisenhämatoxylin sehr stark färbten, also schon vor der Fixierung abgestorben waren; denn dieselbe Erscheinung findet man bei geplatzten Keimschläuchen und nicht keimfähigen Sporen.

5. Art des Auftretens der Abänderungen.

Die bisherigen Versuche hatten bei allen Penizilliumformen, abgesehen von der Launenhaftigkeit, mit der die Stammform auf die verschiedenen Giftzusätze mit Veränderung der Sporenfarbe reagierte, gezeigt, daß die ganze Sporendecke einheitlich die Farbänderung aufwies. Es umfaßte also die Abänderung die gesamte Kondiendecke, nicht nur vereinzelte Pinsel. Daran würde übrigens eine Farbänderung auch gar nicht aufgefallen sein, weil sie viel zu dicht stehen und der einzelne überhaupt nicht pigmentiert erscheint.

Merkwürdig ist der Ort, an dem bei den einzelnen Formen die Abänderungen zuerst auftreten. Neben solchen, bei denen bereits die primären Konidien abgeändert sind, gibt es auch andere, bei denen erst die sekundären auffällig in der Farbe von der Stammrasse abweichen, die primären aber noch ganz unverändert oder anders verändert sind (vgl. auch Tabelle 1!). Darin zeigt sich eine auffallende Analogie mit den coli-formen Bakterien. Erst die Sekundärkolonien, die »Knöpfe«, sind dort imstande, Laktose zu vergären, sind also sichtbar abgeändert, nicht aber die dem Einfluß des Zuckers doch viel stärker ausgesetzten Primärkolonien.

Bei meinen bisherigen Versuchen handelt es sich, wie ich nochmals betonen will, um Massenaussaat von Sporen der Stammrasse auf gifthaltige Nährlösungen. Es ließ sich nun denken, daß dabei nur eine gewisse Anzahl der gekeimten Sporen durch das Gift beeinflußt worden sei, die daraus entstehenden Mycelien aber die zwar gleichfalls ausgekeimten, aber aus irgendeinem Grunde im Wachstum zurückgebliebenen, nicht veränderten Mycelien überwuchert hätten, wodurch eine einheitliche Wirkung auf alle Sporen vorgetäuscht würde. Auch sinkt immer eine erhebliche Anzahl der gekeimten Sporen zu Boden und bleibt in der Entwicklung gehemmt, da sich inzwischen die Myceldecke darüber geschlossen hat und dadurch ein Aufsteigen der untergesunkenen Sporen unmöglich wird.

Von großer Wichtigkeit war es also, das Verhalten von Einzelsporen der Stammrasse auf der Giftlösung zu prüfen. Einzellkulturen mußten auch, falls dabei gleichfalls primäre unabgeänderte und sekundäre abgeänderte Konidien entstanden, die interessante Frage zu entscheiden ermöglichen, was für Sporen diese verschiedenen Konidien hervorbringen, wenn sie in Massen, sowie einzeln einerseits auf gifthaltige, andererseits auf giftfreie Nährlösung ausgesät wurden.

Solche Einzellkulturen habe ich mit 4 verschiedenen Giften von Wirkung versprechender Konzentration in größerer Zahl angesetzt und zwar sowohl mit solchen, die schon die primären, als auch mit solchen, die in der Regel erst die sekundären Konidien abändern.

a) Kaliumbichromat 1 : 4000.

Von 15, entsprechend H 10 d_1, mit $K_2Cr_2O_7$ 1 : 100 000 angesetzten Einzellkulturen war keine abgeändert. Deshalb wurden 15 weitere Einzellkulturen mit $K_2Cr_2O_7$ 1 : 4000 angesetzt. Diesmal waren zehn spangrün, sowohl die primären als die sekundären Konidien. Die fünf anderen Kulturen waren nicht verändert. Die durch Selbstaussaat auf der vergifteten Nährlösung entstandenen Mycelien der ersten zehn Kulturen besaßen gleichfalls primäre und sekundäre Konidien der gleichen spangrünen Färbung. Auch Vielzell- und Einzellkulturen verhielten sich, von diesen angelegt, auf vergifteter und nicht vergifteter Nährlösung genau so. Die Deckenfarbe blieb in fünf Generationen konstant; dann wurde die Kulturreihe abgebrochen, da identisch mit der schon sonst kultivierten H 10 d_1.

b) Manganchlorid 1 : 500.

Versuchsreihe I.

25 auf der Giftlösung angesetzte Einzellkulturen lieferten nur Primärkonidien. Die primären Konidien von 24 Kulturen sind in der Farbe denen der Stammrasse ähnlich, ohne mit ihr übereinzustimmen, mehr gelbgrün als blaugrün. Bei einer waren die primären Konidien typisch weißlichgrün, wie die Sekundärkonidien der früher beschriebenen Mn-Formen. Die Kultur wurde auf normaler Nährlösung konstant bleibend fünf Generationen hindurch verfolgt, dann abgebrochen.

A. Durch Selbstaussaat der primären Konidien entstanden auf jeder der Einzellkulturen neue Mycelien, anfänglich größere, dann kleinere, die ebenfalls fruktifizierten und in etwa 14 Tagen mit dem Mycel der ursprünglichen Einzellkultur zu einer zusammenhängenden Decke verschmolzen. Unter diesen 25 Kulturen waren 18, die unter Mycelien mit Konidien von der gleichen Farbe wie die primären Konidien ein oder mehrere mit weißlichgrünen primären Konidien aufwiesen. Diese weißlichgrünen Konidien gaben bei der Abimpfung auf normale Nährlösung, sowohl als Massen-, wie als Einzellkultur, konstant weißlichgrüne Formen mit nur primären Konidien (6 bis 8 Generationen verfolgt). —

B. Abimpfung der abgeänderten primären Sporen als Massenaussaat auf giftfreie Nährlösung ergab Mycelien, die außer gleich diesen gelbgrünblau gefärbten Primärkonidien nun auch sekundäre von weißlichgrüner Farbe abschnürten.

a) Verhalten der gelbgrünblauen **Primär**konidien auf **normaler** Nährlösung:

Die Primärkonidien dieser Kulturen gaben auf normaler Nährlösung als Massen-, wie als Einzellkultur Decken mit wiederum primären Konidien von der Farbe der ersten Primärkonidien, sekundäre Konidien von weißlichgrüner Farbe (drei Generationen verfolgt).

Die 4. Generation, abgeimpft von gelbgrünblauen Primärkonidien der 3. Impfgeneration (Massenkultur), war umgeschlagen in Weißlichgrün; primäre und sekundäre Konidien waren nun gleichartig gefärbt. Die Kultur blieb dann konstant; sechs Impfgenerationen verfolgt. Von der 4. dieser sechs Generationen wurden von Sekundärkonidien fünf Einzellkulturen hergestellt. Davon besaßen:

α) Zwei Einzellkulturen primäre Konidien von der Farbe der ersten Primärkonidien, sekundäre weißlichgrüne.

β) Drei Einzellkulturen nur weißlichgrüne primäre wie sekundäre Konidien.

Fünf Einzellkulturen, von den sekundären Konidien der einen *α*-Kultur angelegt, lieferten:

αα) Vier Kulturen mit nur primären weißlichgrünen Konidien und

ββ) Eine Kultur mit primären gelbgrünblauen und sekundären weißlichgrünen Konidien.

Von den sekundären Konidien dieser $\beta\beta$-Kultur wurden zwei Massenkulturen angelegt, die beide nur weißlichgrüne primäre Konidien besaßen; zwei Generationen als konstant verfolgt, dann abgebrochen.

b) Verhalten der weißlichgrünen Sekundärkonidien auf normaler Nährlösung:

1. Massenaussaat auf Nährlösung ohne Gift:

Kultur 1: primäre und sekundäre Konidien gleichartig weißlichgrün. Generation 3 und 5 nur primäre solche, keine sekundären Konidien. In allen fünf Generationen reichlich Luftmycel.

Kultur 2: primäre Konidien weißlichgrün, im Alter fast weiß. Keine Sekundärkonidien. Abimpfungen von den weißlichgrünen oder weißen Konidien geben Decken von der gleichen Farbe und dem gleichen Aussehen im Alter. Sekundäre Konidien nicht vorhanden. Konstanz in sieben Generationen verfolgt.

Kultur 3a: primäre und sekundäre Konidien von weißlichgrüner Farbe, im Alter gleichfalls fast weiß. Konstant in fünf Generationen, 6. Generation fast steril, einige hellgrüne Flecken, undeutliche Färbung (abgebrochen).

Kultur 3b: Parallelkultur zu 3a: primäre und sekundäre Konidien weißlichgrün in vier Generationen. 5. Generation: Umschlag in hellgraugrüngelb. 6. Generation: Umschlag in ganz matt seegrün, primäre wie sekundäre Konidien, flaumiges Mycel. Konstant, in zwei weiteren Generationen verfolgt.

Kultur 4: sechs Generationen konstant weißlichgrün in primären und sekundären Konidien, wo solche auftreten. Die einzelnen Generationen und Kulturen variieren immer etwas in der Farbe, die selten ganz übereinstimmt. Bald mehr gelblich-, bald mehr bläulichweißgrüne Decken. 7. Generation: primäre gelblichgrünblaue und sekundäre weißlichgrüne Konidien. Ebenso die 8. Generation, obwohl nur von sekundären Konidien abgeimpft wurde. Die folgende Generation wieder nur weißlichgrüne primäre und sekundäre Konidien.

2. Einzellkulturen auf Nährlösung ohne Gift:

Zehn Kulturen: sämtlich identisch, weißlichgrüne primäre Konidien, sekundäre nur in einem Fall ausgebildet. In drei Generationen konstant (mit den eben erwähnten geringen Abweichungen). Nicht weiter verfolgt.

c) Verhalten der primären, gelbgrünblau abgeänderten Konidien auf erneut angewandter Mangannährlösung 1 : 500:

1. Massenaussaat:

Drei Kulturen: alle nur weißlichgrüne Primärkonidien, konstant in drei Generationen; dann abgebrochen.

2. Einzellaussaat:

Fünf Kulturen: lange steril bleibend, dann sämtlich weißlichgrüne Primärkonidien; drei Generationen verfolgt.

d) Verhalten der **sekundären** weißlichgrünen Konidien auf erneut angewandter **Mangan**nährlösung 1 : 500.

1. Massenaussaat:

Drei Kulturen: eine steril geblieben (in vier Wochen); eine sehr spärliche Konidien von nicht feststellbarer Farbe, schnell von Luftmycel gänzlich überwuchert; eine weißlichgrüne Primärkonidien, drei Generationen als konstant verfolgt.

2. Einzellkulturen:

Drei Kulturen: nur steril bleibende, kümmerliche Mycelien.

Drei Kulturen: reichlich primäre Konidien von weißlichgrüner Farbe, zwei Generationen verfolgt.

Versuchsreihe II[1].

1. Eine Vielzellkultur und eine Einzellkultur ohne Gift: typisch normal wie Stammrasse.

2. Eine manganhaltige Massenkultur: Rasen mit primären weißlichgrünen Konidien, bald zu einer einheitlichen Decke verschmolzen. Sekundäre Konidien von gleicher Farbe.

3. 14 Einzellkulturen auf manganhaltiger Nährlösung: nur sieben Kulturen abgeändert, die anderen identisch mit der Stammrasse.

a) die Kulturen 3, 8 (12) und 13: primäre Konidien abgeändert wie die primären der 24 Kulturen der Versuchsreihe 1.

Konstanzprüfung auf giftfreier Nährlösung (Massenaussaat!):

Kultur 3: primäre und sekundäre gelbgrünblaue Konidien, konstant, fünf Generationen verfolgt.

Kultur 8: primäre und sekundäre Konidien gelbgrünblau, reichliches Luftmycel. Konstant, sechs Generationen verfolgt.

Kultur 13: primäre und sekundäre Konidien gelbgrünblau. Drei Generationen konstant; 4. Generation fast himmelblau, ähnlich dem Weißlichgrün der Sekundärkonidien der Versuchsreihe 1, im Alter hellsilbergrau: Umschlag! Noch zwei weitere Generationen verfolgt, ebenso himmelblaue bis silbergraue primäre und sekundäre Konidien.

Kultur 12: nicht verfolgt.

b) die Kulturen 2, 7 und 11: primäre Konidien unverändert, Unterschied gegenüber der Stammrasse nicht zu bemerken. Erst die durch Selbstaussaat auf derselben Giftlösung entstandene 2. Generation zeigt vereinzelte Kolonien mit primären, weißlichgrünen Konidien.

Konstanzprüfung auf giftfreier Nährlösung (Massenaussaat!):

Kultur 2: 1. bis 3. Generation nur primäre weißlichgrüne Konidien, im Alter stellenweise fast weiß. Starkes Luftmycel. 4. Generation hellgrüngraue primäre und sekundäre Konidien: Umschlag! 5. Generation silbergraue primäre, keine sekundären Konidien: Umschlag! 6. Generation: ebenso (abgebrochen).

[1]) Die Manganchloridlösung 1 : 500 entstammte dem gleichen Kolben wie die der Versuchsreihe I.

Kultur 7: nur primäre weißlichgrüne Konidien. 2., 3. und 4. Generation primäre und sekundäre Konidien gelbgrünblau. 5. Generation graugelbgrün umgeändert. 6. Generation primäre bläulicholivgrün, umgeändert; sekundäre silbergrau, ebenfalls umgeändert. 7.—8. Generation: nur primäre bläulicholivgrüne Konidien.

Kultur 11: sechs helle, weißlichgrüne Rasen mit primären Konidien. 2. bis 5. Generation primäre weißlichgrüne Konidien, im Alter fast weiß.

Von den mit der Stammrasse identischen Kulturen wurde eine, Kultur 6, auf Konstanz geprüft. Sie blieb in vier Generationen unverändert normal und wurde deshalb nicht länger kultiviert.

c) Uranylnitrat 1 : 2000.

15 Kulturen.

1. Eine Vielzell- und eine Einzellkultur ohne Uranylnitrat: typisch normal wie die Stammrasse, nur Primärkonidien, unabgeändert.

2. Eine Uranylnitrat enthaltende Vielzellkultur: Primärkonidien unabgeändert, sehr rasch von sekundärem Mycel überwuchert, an dem hellbläuliche bis hellseegrüne sekundäre Konidien entstehen (Farbe wesentlich anders als bei den weißlichgrünen Sekundärkonidien der Mangankulturen).

Durch Abimpfen von diesen hellseegrünen Sekundärkonidien wurde eine konstant hellseegrüne Form erhalten, die nur primäre Konidien besaß. Drei Generationen verfolgt.

3. 12 Einzellkulturen auf Uranylnitratnährlösung:

Primäre Konidien: a) bei 11 unter den 12 nicht abgeändert. Konstanz bei Massenaussaat auf giftfreier Nährlösung bei vier von diesen elf Kulturen geprüft: in drei Generationen durchaus identisch mit der Stammrasse, ohne Sekundärkonidien zu bilden.

Bei erneuter Aussaat der nicht abgeänderten Primärkonidien auf Uranylnitratlösung 1 : 2000 wurden nur sterile Decken erhalten von eigenartig flockiger Oberflächenbeschaffenheit (fünf Kulturen).

b) bei einer Kultur (Kultur 8*) eigenartig dunkelgrünblau abgeändert. In fünf Generationen konstant geblieben, stets nur primäre Konidien. Abgebrochen mit der 5. Generation.

Die elf erstgenannten a) Kulturen überwucherten rasch mit sekundärem Mycel, an dem hellbläulichgrüne bis hellseegrüne Sekundärkonidien entstanden. Die Tönung ist bei den einzelnen Kulturen und Generationen etwas verschieden. Abimpfung von den Sekundärkonidien.

A. Konstanzprüfung bei Massenaussaat.

a) auf Normallösung ohne Gift:

primäre und sekundäre Konidien von der Farbe der sekundären auf Gift.

Die ersten Impfgenerationen entwickelten nur spärliche Konidien, später kräftigte sich die Form. Konstanz bis zur 6. Generation verfolgt. Im Alter geht die Farbe in ein grünliches Silbergrau von entsprechend wechselnder

Schattierung über. In einer Kultur: 2. Generation rein seegrün. 3. Generation hellbläulichgrün. 4. bis 5. Generation hellseegrün.

b) auf Uranylnitratnährlösung 1 : 2000:

Kultur 9: Zunächst trotz üppig entwickelter Myceldecke sehr spärliche Konidienentwicklung. Nach etwa vier Wochen: nur primäre Konidien von dem eigenartigen Dunkelgrünblau der Kultur 8*. Auf Nährlösung ohne Gift sechs Generationen konstant; dann die Reihe abgebrochen.

B. Konstanzprüfung bei Einzellkultur:

a) auf Normallösung ohne Gift:

Fünf Kulturen: primäre Konidien von der Farbe der sekundären. Keine sekundären Konidien. Als konstant in drei Generationen verfolgt (abgebrochen).

b) auf Uranylnitratnährlösung:

Fünf Kulturen: nur primäre Konidien von dunkelgrünblauer Farbe wie Kultur 8*. Nur zwei Generationen auf Normallösung verfolgt, aber konstant in diesen.

d) Salizylsäure 1 : 40000.

14 Kulturen:

1. eine Vielzell- und eine Einzellkultur ohne Salizylsäure: typisch normal wie die Stammrasse in primären und sekundären Konidien.

2. eine Vielzellkultur auf Salizylsäurenährlösung: die Gesamtheit der entstehenden Kolonien, die dauernd getrennt bleiben, ist abgeändert. Nur primäre Konidien vorhanden, von dunkelgraugrüner Farbe. Konstant, drei Generationen verfolgt.

3. Zehn salizylsäurehaltige Einzellkulturen: Nur primäre, ebenfalls dunkelgraugrün abgeänderte Konidien. Durch Selbstaussaat entstehen auf der vergifteten Nährlösung in den ersten Tagen zwar kleiner bleibende, aber doch fruktifizierende Mycelien mit gleichfalls nur primären Konidien von dunkelgraugrüner Farbe. Später sich aussäende Sporen bilden nur winzige, sehr lange steril bleibende Mycelien. Eine Ausnahme war Kultur 7, wo diese Mycelien sehr wohl fruktifizieren, aber gelbgrüne Konidien besitzen.

Kultur 7: durch Selbstaussaat entstandene Mycelien: primäre Konidien gelbgrün abgeändert, sekundäre weißlichgrüngrau abgeändert.

A. Konstanzprüfung auf giftfreier Nährlösung:

Die abgeänderten Primärkonidien liefern als Vielzell- und Einzellkulturen (5) auf giftfreier Nährlösung Decken mit primären graugrünen Konidien und ebenso gefärbten sekundären Konidien. Luftmycel entwickeln diese Kulturen reichlich. Konstanz in fünf Generationen verfolgt.

Primäre gelbgrüne Konidien von Kultur 7: nur primäre Konidien gelbgrüner Farbe, sowohl bei Massenaussaat wie bei Einzellkultur (drei Kulturen). Vier Generationen als konstant verfolgt. Sekundäre weißlichgrüngraue Konidien derselben Kultur: bei Massen- und Einzellkultur (drei Kulturen) nur primäre weißlichgrüngraue Konidien, konstant in vier Generationen, dann die Reihe abgebrochen.

B. Konstanzprüfung auf salizylsäurehaltiger Nährlösung: Massenaussaat (auf Salizylsäure 1 : 40 000):

Kultur **a.** 1. Generation: lange steril, dann hellgrünblaue primäre Konidien (Abänderung). 2. Generation: auf giftfreier Nährlösung: primäre hellgrünblaue Konidien. 3. Generation: primäre gelbgrün umgeänderte Konidien, sekundäre hellblaugrün umgeändert. Hier die Reihe abgebrochen.

Von der 1. Generation der Kultur **a** wurde erneut auf Salizylsäure abgeimpft:

2. Generation: grüngrau abgeänderte primäre Konidien. Farbe wesentlich verschieden von dem Dunkelgraugrün der ersten Salizylsäurekulturen. 3.—4. Generation auf giftfreier Nährlösung: graugrüne primäre Konidien.

Kultur **b.** 1. Generation: noch länger steril bleibend. Nach fünf Wochen Decke hellgrünblauer primärer Konidien wie Kultur a.

2. Generation auf Nährlösung ohne Gift: hellgraugrüne primäre und sekundäre Konidien: Umschlag. Luftmycel. Konstant in der folgenden Generation.

2. Generation auf Salizylsäure 1 : 40 000: primäre und sekundäre Konidien grünblau, auch in der folgenden Generation auf Nährlösung ohne Gift so bleibend: Umschlag.

Kultur **c.** 1. Generation: nach wenigen Tagen zusammenhängende Decke matt grünblaugrauer primärer Konidien, ebenfalls verschieden von der Farbe der ersten Salizylsäurekulturen. Sekundäre Konidien ebenso gefärbt.

2. Generation auf Nährlösung ohne Gift: hellgrüngraue primäre Konidien (anders als alle anderen). Folgende Generation: gelbgrüne primäre, hellblaugrüne sekundäre Konidien, umgeändert wie die 3. Generation der Kultur a.

2. Generation auf Salizylsäurenährlösung 1 : 40 000: grüngraue primäre Konidien, heller als die entsprechende Kultur a.

Alle diese Kulturen sind wegen Abschlusses der Arbeit nicht weiter verfolgt worden.

Aus allen diesen Versuchen ersieht man, daß durch den Giftzusatz bei Vielzellaussaat tatsächlich alle Sporen verändert werden können, oder bei Einzellkultur wenigstens die Mehrzahl der ausgesäten Sporen (Manganreihe II, 7 unter 14, Chrom 10 unter 15). Ein Vergleich der Manganreihen I und II zeigt ebenfalls auch hier eine beträchtliche Launenhaftigkeit. Jedenfalls wirkt aber das Gift bei Anwesenheit vieler Sporen einheitlich abändernd, wenn es überhaupt von Einfluß ist. Das beweist besonders die Salizylsäure-Vielzellkultur, wo die abgeänderten Keim-

myceliien dauernd getrennt blieben, also täuschende Überwucherungen ausgeschlossen waren. Darin stimmen aber Einzell- und Vielzellkulturen überein, daß für beide die unberechenbare Launenhaftigkeit der Giftwirkung gilt, die heute einen Versuch leicht glücken und morgen völlig versagen läßt. Das spricht deutlich dafür, daß außer dem Gift noch irgendein anderer, bisher unerkannter Faktor, der die ganze Kultur betrifft, für die Abänderung maßgebend ist. Vielleicht kommen hier Stoffwechselprodukte oder lösliche Bestandteile aus der Glasgefäßwandung in Betracht.

Eine eingehende Durchsicht der Protokolle zeigt weiter, wie verwirrend mannigfaltig die Erfolge sind und wie schwer es infolgedessen ist, die Verschiedenheiten im Verhalten meines Penicillium f. II. Giften gegenüber in ein übersichtliches Schema zu bringen. Abgesehen von der so auffälligen Launenhaftigkeit in der Farbe der Konidiendecken und in dem Auftreten oder Fehlen sekundärer Konidien, ist es durchaus nicht gleichgültig, ob man die Primär- oder die Sekundärkonidien der Giftkulturen zur Aussaat benutzt, ob man diese verschiedenen Sporen auf normale oder von neuem auf gifthaltige Nährlösung aussät: z. B. bei den Salizylsäurekulturen lieferten die abgeänderten Primärkonidien auf giftfreier Nährlösung konstante Decken gleicher Farbe, auf Salizylsäurenährlösung dagegen konstante Decken anderer Farbe, also eine Umänderung. Das gleiche gilt für die Sekundärkonidien der Einzell-Uranylnitratkulturen. Ja, ein Unterschied in der Farbe der Decken macht sich selbst dann oft geltend, wenn sich die Sporen durch Selbstaussaat auf einer bereits besiedelten gifthaltigen Nährlösung aussäen und wenn sie daneben auf eine frische gifthaltige Nährlösung abgeimpft werden (z. B. Mangan- und Salizylsäurekultur).

Was nun das erste Auftreten der Abänderungen betrifft, so machen sich trotz allem doch folgende Unterschiede im Verhalten gegenüber den verschiedenen Giften ziemlich klar geltend, allerdings auch mit Ausnahmen, wie schon bei meinen früheren Massenaussaaten. Ein und dasselbe Gift kann übrigens dabei ganz verschieden wirken.

1. Es werden auf der gifthaltigen Nährlösung in der Regel nur primäre Konidien gebildet, bei deren Aussaat auf nor-

male Nährlösung dann neben ihnen gleichgefärbten primären auch ebenso oder anders gefärbte sekundäre Konidien erscheinen.

a) die primären sind nicht abgeändert, ebensowenig die sekundären (Beispiele: eine große Zahl der früheren Vielzellkulturen).

b) die primären Konidien sind auf der gifthaltigen und danach auf der giftfreien Nährlösung in gleicher Weise abgeändert (Urankultur 8*), die sekundären ebenso (Salizylsäurekulturen, Manganreihe II: Kultur 3, 8, 13), oder anders wie die primären (Mangankulturen der Reihe I). Aber auch die Möglichkeit findet sich hier verwirklicht, daß die sekundären Konidien in der Art der primären, umgekehrt die primären wie sonst die sekundären abgeändert sind (Mangankultur der Reihe I).

2. Schon auf den gifthaltigen Nährlösungen werden primäre und sekundäre Konidien gebildet. Hier sind drei Fälle zu unterscheiden. Sowohl auf der Giftlösung, wie davon auf normale Nährlösung abgeimpft, sind:

a) die primären noch nicht abgeändert, sondern erst die sekundären (Urankulturen, und von den früheren z. B. eine Anzahl der Mangankulturen).

b) die primären abgeändert, aber anders als die sekundären (Salizylsäurekultur 7).

c) die primären und sekundären gleichartig abgeändert (Chromkulturen, und von den früheren eine Anzahl Chloralhydrat- oder Bleinitratformen).

Da bei Mycelien, die unter 1 fallen, ausnahmsweise (vgl. die Mn-Vielzellkultur 2, Reihe II) wohl auch einmal sekundäres Mycel gebildet wird, andererseits auch bei den Kulturen der Stammrasse häufig die Bildung von sekundären Konidien unterbleibt, so entspricht im wesentlichen 2a einem Teil des unter 1 Genannten, 2b und 2c aber 1b, so daß man das Hauptergebnis einfach folgendermaßen formulieren kann.

Bei Aussaat der Sporen von Penicillium f. H. auf gifthaltige Nährlösung gibt es zwei Hauptfälle:

A. Die Primärkonidien sind noch nicht abgeändert (sie liefern bei Aussaat auf normale Nährlösung die Stammrasse mit typischen primären und sekundären Konidien), sondern erst die sekundären Konidien, wenn sie auf der Giftlösung überhaupt ent-

stehen (sie liefern bei Aussaat auf normale Nährlösung mehr oder weniger konstante Rassen mit Primar- und Sekundärkonidien nur von der Farbe ihresgleichen).

B. Schon die primären Konidien sind abgeändert. In gleicher oder anderer Weise abgeändert sind die sekundären Konidien, mögen sie schon an den Myceelien auf der gifthaltigen oder erst nachher an Myceelien auf Normallösung entstehen. (Die primären Konidien liefern bei Aussaat auf normale Nährlösung Myceelien mit primären Konidien ihresgleichen und wieder sekundären wie vorher, die sekundären auf normaler Nährlösung Myceelien mit primären und sekundären Konidien, beide ihnen gleich gefärbt!)

Jede Art von Konidien hat also die ausgesprochene Neigung, auf normaler Nährlösung Myceelien mit Konidien ihresgleichen zu bilden. Von ganz besonderer Bedeutung scheinen mir die zu B gerechneten Fälle zu sein, weil sie ein gewisses Licht auf die Bedingungen werfen dürften, von denen die Entstehung der Abänderungen abhängig ist. Das Gift allein, so wichtig es auch ist, scheint danach zum mindesten nicht für alle Abänderungen die einzige Bedingung zu sein. Vielmehr sieht es so aus, als ob außerdem auch noch irgendwelche Stoffwechselprodukte des Pilzes als wirksame Faktoren an der Entstehung der Abänderungen irgendwie beteiligt seien, mögen diese Produkte nun intra- oder extrazellulär abgeschieden werden. Wie anders soll man es verstehen, daß z. B. durch Manganzusatz Myceelien entstehen mit abgeänderten Primärkonidien, die, danach auf Normallösung abgeimpft, neben gleichartigen, später anders veränderte sekundäre Konidien erzeugen? Hier ist augenscheinlich die Vorbedingung für die Entstehung der abgeänderten Sekundärkonidien nicht mehr die Anwesenheit des Giftes in der Außenlösung, aber wohl auch nicht sein Vorhandensein in den Sporen und Hyphenzellen (sonst müßten die aus den Primärkonidien auf normaler Nährlösung entstandenen Myceelien doch sofort Primärkonidien von der Farbe der später erscheinenden sekundären liefern), sondern der Zustand der durch das Gift veränderten Myceelien zur Zeit der Bildung der Sekundärkonidien. Auch die Tatsache, daß bei Selbstaussaat auf der gifthaltigen Nährlösung oft etwas anderes entsteht, als

bei Abimpfung auf frische gifthaltige Lösung (z. B. Salizylsäurekulturen), daß manchmal schon die Primärkonidien so verändert sind wie die später erscheinenden sekundären (z. B. bei der einen Mangankultur der Reihe I), wie auch manches andere (Umschläge, Auftreten außergewöhnlicher, sonst bei ein und derselben Giftkonzentration nicht beobachteter Farbentöne, z. B. Salizylsäurekultur 7 oder Urankultur 8*, Launenhaftigkeit der Versuche) könnte vielleicht so, zum Teil wenigstens, eine Erklärung finden. Scheint auch, um noch einmal auf die eben erwähnten Mangankulturen zurückzukommen, die Anwesenheit des Giftes nicht mehr erforderlich zu sein, um die abgeänderten Sekundärkonidien entstehen zu lassen, so wirkt sie doch auf die Bildung von Sporen in der Farbe dieser Sekundärkonidien offenbar begünstigend ein; denn sät man z. B. die durch das Gift abgeänderten Primärkonidien nicht auf normale, sondern wieder auf manganhaltige Nährlösung aus, so erhält man Mycelien, die bereits als Primärkonidien solche von der Farbe der sekundären erzeugen. Kommt es doch als Ausnahme auch vor, daß bereits bei der ersten Aussaat der Sporen der Stammrasse die Mycelien als Primärkonidien sofort solche von der Farbe der sekundären bilden.

Viele der unter B und die unter A genannten Fälle könnte man freilich versucht sein, zunächst ganz anders, nämlich so zu deuten, daß das Gift geraume Zeit auf die Mycelien wirken muß, um überhaupt eine oder eine ausgesprochen abändernde Wirkung auszuüben, stände dieser Deutung nicht mein sehr wichtiger Nachweis entgegen, daß selbst kurzdauernde Einwirkung der Gifte auf die jugendlichen Mycelien, lange vor der Bildung der Primärkonidien, vollkommen zu genügen, scheint, den gleichen Erfolg wie dauernde hervorzurufen (vgl. S. 9).

B. Versuche mit Penicillium glaucum f. F (Penicillium Roqueforti Westling?).

Dieses Penicillium, das sich von Penicillium glaucum f. H. durch spinnwebartiges Mycelwachstum, große, stets kugelige Sporen, sowie durch das matte, fast hellblau erscheinende Grün der Konidiendecken deutlich unterscheidet, auch im Trägeraufbau Verschiedenheiten zeigt (primäre und sekundäre Metulae, primäre, sekundäre, tertiäre bis quaternäre Sterigmen), war durch keines der parallel wie bei Penicillium f. H. angewandten Gifte dazu zu bringen, von seinem normalen Aussehen konstant abzuweichen.

Nur bei Kaliumbichromatzusatz 1 : 4000 war einmal die Konidiendecke rostrot abgeändert, ohne daß es bei vielfacher Massen- und Einzellkultur gelang, eine rostrote Deszendenz zu erzielen; diese war immer wieder normal gefärbt.

Bei Bleinitratzusatz in allen Konzentrationen wurde die Deckenfarbe weißlichgrüngelb, jedoch nur infolge der Ausbildung reichlichen sekundären Mycels, das nur sehr spärliche Konidien entstehen ließ, während sonst sekundäres Mycel kaum je entwickelt ist. Diese Neigung zu starker Mycelüberwucherung blieb bis zu fünf Generationen bestehen, dann sahen die Kulturen wieder durchaus normal aus. Bei Übertragung auf Gelatine verschwand sie sofort, trat auch bei Rückimpfung auf Nährlösung nicht wieder auf. Unter dem Mikroskop sah man, wie Sterigmen, selbst Konidien noch im Trägerverbande zu neuen Trägern ausgewachsen waren, die aber fast gar keine Konidien abgeschnürt hatten.

Es handelt sich also bei diesem Penicillium um eine äußerst konstante Form, die durch Gifteinfluß, soweit die erwähnten Konzentrationen in Betracht kommen — höhere hindern meist das Wachstum —, in Nährlösung nicht zu konstant abgeänderten Formen zu bringen ist.

C. Versuche mit Penicillium luteum Zukal (?).

Dieses fragliche Penicillium luteum, das ich liebenswürdigerweise von Herrn Prof. E. Pringsheim in Halle erhielt, wurde in zahlreichen Kulturen in der gleichen Weise einer Prüfung auf Konstanz unterzogen. Die Versuche sind, da es mir an Zeit und Platz mangelte, nur mit Chloralhydrat, Bleinitrat und Eisenchlorid durchgeführt. Soviel läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß es zwar nicht absolut konstant, aber doch nicht entfernt so leicht beeinflußbar und veränderlich ist wie Penicillium f. H.

Die Versuche mit anderen Penicilliumformen lehren also, daß durchaus nicht alle Penicillien sich so leicht wie meine Stammrasse glaucum f. H. durch Gifte zu konstanten oder selbst inkonstanten Abänderungen zwingen lassen. Es wäre von Interesse, eine größere Anzahl von Formen in dieser Richtung zu untersuchen.

Auch bei Arten von Aspergillus ist es mir gelungen, auf experimentellem Wege mehr oder weniger konstante Abänderungen zu gewinnen. Zum mindesten unterscheiden sich aber meine Formen von Aspergillus niger in so wichtigen Punkten von dem bei Penicillium Gefundenen, daß ich ihnen eine besondere Besprechung widmen muß.

Ich schicke ihr die Mitteilung der Versuchsergebnisse mit den anderen untersuchten Aspergillen voraus, die im wesentlichen mit denen von Penicillium glaucum f. H. übereinstimmend ausgefallen sind.

Abschnitt III.

Versuche mit Aspergillusformen.

A. Aspergillus flavus Link.

1. Herkunft, Aussehen und Entwicklung.

Aspergillus flavus bezog ich von der Zentralstelle für Pilzkulturen in Amsterdam und frischte ihn sogleich als Einzellkultur auf. Auf festen und flüssigen Nährböden ist seine Deckenfarbe ein reines Chromgrün, das auf Nährlösung nach etwa 2 bis 3 Wochen in ein schmutziges Braungrün übergeht. Auf Malzagar verfärbt sich der Konidienrasen grünblau, so daß solche Kulturen äußerlich von Aspergillus glaucus-Agarkulturen nicht zu unterscheiden sind, um so leichter dagegen mikroskopisch. Ich muß hinzufügen, daß sich diese Farbenübereinstimmung von flavus und glaucus nur auf einen von Herrn Prof. Wehmer erhaltenen Stamm bezieht, während ein anderer glaucus-Stamm, den ich von gekochten Pflaumen isolierte, ein ganz anderes Aussehen besitzt, auch physiologisch sich wesentlich anders verhält, dagegen morphologisch und zytologisch ganz mit dem Wehmer'schen Stamm übereinstimmt. Der Unterschied liegt nur in der Farbe und in dem größeren Sauerstoffbedürfnis.

Aspergillus flavus macht die Nährlösung normalerweise nicht sauer, sondern alkalisch, und zwar deutlich.

Morphologisch verhielt sich der Stamm genau so, wie Wehmer (1903) in seiner Monographie der Gattung Aspergillus angegeben hat.

Bezüglich der Optimaltemperatur zeigte mein flavus-Stamm jedoch ein anderes Verhalten wie der Wehmer'sche. Bei 37° C, der von ihm angegebenen Optimaltemperatur, brachte er nur noch steriles Mycel hervor. Schon oberhalb 30° ist die Konidienfarbe verändert, schmutzig graugelbgrün, da bei dieser Temperatur nur noch winzige, zwergige Köpfchen ausgebildet werden, die sehr wenig Konidien abschnüren. Durch länger anhaltende Kultur bei 32 bis 35° C wurde der Stamm so schwer geschädigt, daß nur noch von einem Kümmerwachstum die Rede sein konnte, das merkwürdigerweise auch bei darauffolgender dauernder Kultur in Optimaltemperatur nicht gebessert wurde.

Durch Keimungsversuche auf der Malzagarhaut stellte ich

als Optimaltemperatur 28 bis 29° C fest. Während bei Zimmertemperatur (18 bis 20° C) erst nach 24 Stunden eine schwache Keimung einsetzt, beginnt sie bei 28° C schon nach 5½ Stunden. Nach neun Stunden waren stets sämtliche Sporen gekeimt. Bei dieser Temperatur bedeckt sich der Mycelrasen innerhalb von 48 Stunden nach der Aussaat mit Konidienträgern. Unbeeinflußte, normale Kulturen zeigten bei Optimaltemperatur eine charakteristische eigelbe Färbung der jungen Konidien. Oft ist anfänglich die ganze Konidiendecke eigelb, meist aber nur an größeren oder kleineren Stellen, während im übrigen sofort chromgrüne Konidien zum Vorschein kommen. Das Mycel ist dabei stets farblos, später grau. Sekundäres Mycel fehlt, dagegen ist steriles Luftmycel häufig stark entwickelt.

Auch in diesem eigelben Stadium sind die Sporen bereits keimungsfähig. Auf festen Nährböden konnte ich diese gelbe Färbung nie beobachten. Dagegen ist es keine Seltenheit, daß die gelben Konidien nicht ergrünen, sondern gleich die bräunliche Altersfarbe annehmen. Eine konstant gelbe Form liefern sie nicht.

2. Abänderungen unter der Einwirkung von Giften.

Unter dem Einfluß derselben Gifte, mit denen Penicillium f. H. behandelt worden war, und die in den gleichen 16 verschiedenen Konzentrationen zur Verwendung kamen, entstanden Abänderungen der Deckenfarbe, die hier zunächst abgekürzt protokolliert seien. Ich erwähne hier nur die Konzentrationen, bei denen irgendeine Abänderung erzielt wurde; die übrigen, die normale Decken lieferten, lasse ich dagegen, des geringeren Interesses wegen, aus.

a) Kupfersulfatversuche.

1 : 4000 bis 1 : 40 Mill.: schwärzlich blaugrün. Keine gelben Konidien.

< 1 : 2000 bis < 1 : 800 Mill.: sämtliche Kulturen sind schwärzlich blaugrün abgeändert. Im Alter schwärzlich grünbraun.

1 : 4000, < 1 : 4000 1 : 40 000, < 1 : 40 000 1 : 200 000 1 : 40 Mill., < 1 : 40 Mill. < 1 : 800 Mill.	schwärzlich blaugrün, in 5 Generationen konstant geblieben. Dann gingen alle Kulturen verloren, da sich infolge Mißgeschicks der Wärmeschrank auf 55° C erhitzte, wodurch sämtliche darin stehenden Kulturen abstarben.

Bei der später angesetzten Wiederholung dieser Reihen waren alle Kulturen bis auf 1 : 2000, 1 : 100 000, 1 : 40 Mill. und < 1 : 2000 ebenso schwärzlich blaugrün abgeändert, wurden aber nicht auf Konstanz geprüft, da inzwischen anders behandelte den gleichen Erfolg versprachen.

Es sei hier gleich bemerkt, daß die entstandenen Abänderungen meist, wie bei Penicillium, die gesamten Konidienrasen umfaßten. Bei Kupfersulfat war es stets so. Sehr oft aber waren die Decken bei anderen Giften nur fleckenweise abgeändert, während andere Teile des Mycels normal gefärbte Konidienköpfchen hervorbrachten.

Auch hier zeigt sich bereits die Eigentümlichkeit, wie bei Penicillium, daß die Abänderungen nicht an bestimmte Konzentrationen gebunden sind, sondern in gleicher Weise gänzlich launenhaft auftreten.

b) Kaliumbichromatversuche.

1 : 40 000: leuchtend spangrün, bei Abimpfung auf giftfreie Nährlösung sofort zur Stammrasse zurückschlagend.

Bei dreimaliger Wiederholung wurde zweimal bei derselben Konzentration 1 : 40 000 die gleiche inkonstante Abänderung erhalten, die, wie bei $CuSO_4$, die gesamte Konidiendecke umfaßte.

Hier scheint es, als sei eine bestimmte Art der Abänderung doch eng an eine gewisse Konzentration gebunden. Aber die Wiederholungsreihe 3, die, obwohl genau in derselben Weise wie die vorhergehenden angesetzt, die spangrüne Abänderung nicht besaß, läßt die Launenhaftigkeit des Auftretens wiederum deutlich erscheinen.

c) Eisenchloridversuche.

1 : 2000 ließ nur ganz kümmerliches Wachstum zu. Dagegen förderten alle anderen Konzentrationen die Konidienbildung, so daß schon nach 36 Stunden die geschlossenen Konidiendecken vorhanden waren.

1 : 40 000: leuchtend spangrün, genau wie die vorstehende Kaliumbichromatkultur, aber ebenso inkonstant. Auch die durch Wiederholung der Reihe bei derselben Konzentration erhaltene gleiche Abänderung schlug sofort zurück, so oft auch davon abgeimpft wurde. Bei Abimpfung auf Nährlösung mit Eisenchloridzusatz 1 : 40 000 blieb sie bestehen, doch war es auch nach einem Wachstum von 6 Impfgenerationen auf dieser nicht möglich, sie unter normalen Bedingungen konstant zu erhalten.

Die Nährlösung reagierte, wie schon bei allen vorerwähnten Abänderungen, nicht alkalisch, sondern neutral.

< 1 : 2000
< 1 : 40 000 } sämtlich blaugrün abgeändert, neutrale Nährlösung.
< 1 : 200 000
< 1 : 2 Mill.

< 1 : 2000, < 1 : 40 000 und < 1 : 200 000: auf giftfreier Nährlösung 8 Generationen konstant. Da dann der Kriegsanfang dazwischen kam, und ich später den Thermostaten auf 35° C stellen mußte, der anderen Aspergillen wegen, das Wachstum bei Zimmertemperatur aber auf Nährlösung nur kümmerlich war, so brach ich die Kulturreihen ab. Die Reihe 1 : 2000, die ich bei der erhöhten Temperatur weiterkultivierte, zeigte nur kümmerliches Wachstum und graugelbliche Konidien, während die folgende Generation dann völlig steril blieb. Auch bei Zimmertemperatur erholte sie sich nicht wieder.

Bisher war die Zahl der bei den Abänderungen erhaltenen Farbentöne auf zwei beschränkt, ganz im Gegensatz zu der Mannigfaltigkeit der Farbtönungen bei Penicillium, bei dem allerdings gerade die bisher besprochenen Gifte auch nur eine geringere Menge Abänderungen hervorbrachten. Anders verhielt sich das bei Chloralhydrat.

d) Chloralhydratversuche.

1 : 40 000
1 : 100 000 } blaugraugrün abgeändert.
1 : 40 Mill.

1 : 40 000: 1.—3. Generation: blaugraugrün in der Gesamtheit der Konidien.

4. Generation stellenweise zur Stammrasse zurückgeschlagen.

5. ,, : nur noch der Rand der Konidiendecke ist blaugraugrün, die ganze Mitte dagegen chromgrün wie die Stammrasse.

6.—8. Generation: chromgrün wie die Stammrasse, auch reagiert die Nährlösung wieder schwach alkalisch, anstatt neutral.

1 : 100 000:

1.—2. Generation: blaugraugrün.

3. Generation: Rückschlag zur Stammrasse; in den folgenden 2 Generationen wie diese.

1 : 40 Mill.:

1. Generation: blaugraugrün.

2. ,, : schwärzlich olivgrün, sauer reagierende Nährlösung.

3.—4. Generation: ebenso schwärzlich olivgrün.

5.—7. ,, : Rückschlag zum Chromgrün der Stammrasse, und zwar in der Gesamtheit der Konidienköpfchen, ohne Übergang.

< 1 : 4000
< 1 : 200 000 } schwärzlich blaugrün.

< 1 : 40 Mill.:

1. Generation: schwärzlich blaugrün, aber nur etwa zur Hälfte, der übrige Teil normal chromgrün. Neutrale Nährlösung.

2. Generation: (abgeimpft von den Konidien der blaugrünen Hälfte) bis auf einen chromgrünen Fleck schwärzlichblaugrün. Davon abgeimpft:

3. Generation: rein schwärzlich blaugrüne Decke.

4.—6. „ : Rückschlag zur Stammrasse.

Bei Chloralhydrat zeigen sich zum ersten Male deutliche Abweichungen im Auftreten und im Verhalten der Abänderungen. Nicht nur umfassen sie hier z. B. bei $<$ 1:40 Millionen nicht mehr die Gesamtheit aller Konidienköpfchen, sondern nur einen bestimmten Teil der Decke, was bei Penicillium nie beobachtet werden konnte; auch war beim Zurückschlagen zur Stammrasse nicht mehr die gesamte Zahl der Köpfchen sofort wie die Köpfchen der Stammrasse gefärbt, sondern nur die eines Teiles der Decke, wenigstens in einigen Fällen (1:40000 und $<$ 1:40 Millionen). Einzellkulturen (10), die ich mit Chloralhydrat 1:4000 anlegte, nachdem ebensoviele mit 1:40 Millionen angesetzte gänzlich unveränderte chromgrüne Konidiendecken geliefert hatten, zeigten, daß nicht einzelne Sporen abgeändert werden und andere nicht, und darauf die Unregelmäßigkeit des Auftretens der Abänderung zu schieben sei, sondern daß das Mycel einer und derselben Spore teils abgeänderte, teils unabgeänderte Konidien hervorbringt. Von den zehn Einzellkulturen waren nur zwei ganz schwärzlich blaugrün abgeändert, fünf fleckenweise zu größeren und geringeren Teilen, drei überhaupt nicht. Dieselbe Launenhaftigkeit, wie sie für Penicillium galt, war also auch hier vorhanden.

Einmal (1:40 Millionen) gelangte ein Umschlag in der Deckenfarbe zur Beobachtung, der, wie die Mehrzahl der Farbänderungen, mit veränderter Reaktion der Nährlösung verbunden war.

e) Salizylsäureversuche.

Salizylsäure, dauernd zugesetzt, verlangsamt die Entwicklung. Von einer Schädigung kann aber doch nicht geredet werden, da nach 5 Tagen geschlossene Konidiendecken allenthalben vorhanden sind.

1 : 2000
1 : 4000 } blaugrün abgeändert, Nährlösung neutral.
1 : 2 Mill.

1 : 2000 und 1 : 4000 schlugen auf Nährlösung ohne Gift sofort zur Stammrasse zurück.

1 : 2 Mill.: K 15 f.

1.—3. Generation: blaugrün.

4. ,, : chromgrün wie die Stammrasse.

5.—25. ,, : blaugrün.

Die Kultur hat die Eigentümlichkeit, daß immer nur eine, selten einmal mehr als eine von 3—4 Parallelkulturen normal fruktifiziert, trotz völlig gleichartiger Behandlung, während die anderen völlig steril bleiben.

< 1 : 2000, < 1 : 4000 bis < 1 : 800 Mill.: sämtlich blaugraugrün abgeändert, nicht auf Konstanz geprüft.

Die schon bei Penicillium beobachtete Erscheinung des Zurückschlagens zur Stammrasse in einer Generation, ohne daß damit die erworbene Abänderung nun ganz verloren geht, tritt hier bei 1 : 2 Millionen wieder hervor. Im übrigen zeichnet sich grade diese Form durch erhebliche Konstanz[1] aus. Sie war die einzige, die längere Kultur bei 35° C ohne tiefgreifende Schädigung überstand, wenn sie sich auch während dieser Zeit nicht so schnell entwickelte und erst in vier Wochen so weit war, wie sonst in zehn Tagen.

f) Bleinitratversuche.

1 : 40 000: blaugraugrün abgeändert.

< 1 : 4000 \
< 1 : 100 000 \
< 1 : 2 Mill. \
< 1 : 40 Mill. } blaugraugrün, Nährlösung neutral.

Alle diese Kulturen besaßen die merkwürdige Eigenschaft, nach etwa zehn Tagen sich in der Gesamtheit der Decken chromgrün zu verfärben, um schließlich wie die Stammrasse in Braungrün überzugehen. Wie bei der Kultur 1 : 4000 festgestellt wurde, ging damit die Alkalität der Nährlösung parallel.

Die hier geschilderte Eigentümlichkeit ist schwer zu erklären. Sie beruht sicher auf keiner Augentäuschung, da sie übereinstimmend bei allen vier Kulturen beobachtet werden konnte, dagegen sonst nie. Schwierig wird die Deutung besonders dadurch, daß es ja die zuerst abgeschnürten, ältesten, die oberste Schicht bildenden Konidien waren, die den Farbwechsel durchmachten, nicht etwa die jüngsten. Von der Kultur < **1 : 100 000**

[1]) Auch sie ist, nach Abschluß der Arbeit, in der 26. Generation zurückgeschlagen.

hatte ich nach sechs Tagen, ehe noch der merkwürdige Umschlag aufgetreten war, auf giftfreie Nährlösung abgeimpft:

2.—7. Generation: blaugraugrün in der Gesamtheit der Köpfchen.

8. „ : graugelb infolge der ungeeigneten hohen Temperatur.

9. „ : hellblaugraugrün, scheinbar angepaßt an die neuen Temperaturverhältnisse.

10.—12. Generation: graugelb, sehr spärliche Konidien.

13.—15. „ : steril, immer verkümmerter.

Die Nährlösung aller dieser Kulturen reagierte neutral.

Nach dem Rückschlag zur Stammrasse (vgl. S. 277) impfte ich wieder von dieser, wie von der Kultur 1 : 2 Millionen auf giftfreie Nährlösung ab, erhielt aber diesmal nur Decken von der chromgrünen Farbe der Stammrasse. Es ist also an dem tatsächlichen Rückschlag der Sporen nicht zu zweifeln.

g) Uranylnitratversuche.

1 : 2000 behindert das Wachstum, so daß es nicht mehr zu Konidienentwicklung kommt.

1 : 4000 1 : 200 000 1 : 2 Mill. 1 : 40 Mill. 1 : 800 Mill.	} blaugraugrün, neutrale Nährlösung.

1 : 4000: blaugraugrün, sofort zum Chromgrün der Stammrasse zurückgeschlagen.

< 1 : 40 000: blaugraugrün.

2. Generation: chromgrün wie die Stammrasse.

3.—8. „ : blaugraugrün.

9.—11. „ : sandfarben, infolge erhöhter Temperatur schwache Konidienentwicklung, 1—2 Konidien an jeder Sterigme.

12. und 13. Generation: steril.

< 1 : 2 Mill.: blaugraugrün, fleckenweise.

Hiervon abgeimpft:

2.—6. Generation: ebenso fleckenweise blaugraugrün abgeändert, nirgends die ganze Decke einheitlich.

7.—10. Generation: kümmerliche sandfarbene Kulturen infolge Temperaturerhöhung wie vorher.

Also auch bei Uranylnitrat kam es vor, daß nur Teile der Konidiendecke abgeändert waren.

h) Jodkaliumversuche.

Die Konidienentwicklung setzte bei Jodkaliumzusatz erst sehr spät ein. Noch nach 5 Tagen ist nur steriles Mycel ausgebildet, nach 8 Tagen werden

die ersten Köpfchen entwickelt, und erst nach 12 Tagen sind die Decken geschlossen.

Alle Kulturen waren lange Zeit rein eigelb. Bei dem Versuch, hiervon eine konstant gelbe Form zu erhalten, fand sich, daß z. B. die von den eigelben Konidien der Kultur

< 1 : 200 000 abgeimpfte

2.—3. Generation zwar keine gelben Sporen besaßen, dagegen aber blaugrün abgeänderte.

4. Generation: chromgrün wie die Stammrasse.
5.—6. „ : graublaugrün.
7. „ : chromgrün wie die Stammrasse, ebenso die folgenden drei.

Die gelben Konidien der Jodkaliumgeneration verfärbten sich nach 20 Tagen vom Rande her gleichfalls chromgrün.

Es liegt hier also der Fall ähnlich wie bei den Bleinitratkulturen < 1 : 4000, < 1 : 100000 usw. Solange die Kulturen noch jung sind, erhält man bei der Abimpfung von ihnen die konstant abgeänderte Form. Beim Abimpfen von denselben, aber alten Kulturen dagegen findet Rückschlag zur Stammrasse statt, ohne Wiederauftreten der Abänderung in der Deszendenz. Nur kommt hier noch dazu, daß die Abänderung in der beeinflußten Kultur selbst wegen mangelnder Verfärbung nicht sichtbar wird.

i) Rhodankaliumversuche.

Rhodankalium wurde in Verbindung mit Schwarzbrot verwandt, das damit in den 8 verschiedenen Konzentrationen getränkt wurde (je 20 ccm). Man braucht aber keine Petrischalen zu nehmen, wenn man hart gewordenes Brot fein reibt, in Erlenmeyer kölbchen füllt und mit der Giftlösung durchfeuchtet autoklaviert.

Die Kulturen entwickelten sich außerordentlich schnell und kräftig. Schon nach 2 Tagen war die Oberfläche des Brotes von einer lückenlosen Konidiendecke überzogen, vielfach von sekundärem weißen Mycel (vergl. S. 234 das bei Pen. Gesagte) überwuchert, das weder bei der Stammrasse noch bei einer der bisherigen Abänderungen aufgetreten war. Die Farbe der primären Konidien war ein intensives bläuliches Saftgrün, während der normale Aspergillus flavus auf Schwarzbrot ohne Gift primäre schmutzigchromgrüne, schon nach 8 Tagen braun verfärbte Konidien besitzt, sekundäre aber darauf nicht ausgebildet werden. Die nach 10 Tagen erscheinenden sekundären Konidien der Giftkulturen sahen blaugraugrün aus. Doch enthalten die Polster große Kolonien matt strohgelber (sog. neapelgelber) Köpfchen.

Von diesen neapelgelben Konidien der Kultur 1 : 100 000 wurde auf Nährlösung ohne Gift abgeimpft. Sie blieb 5 Generationen konstant in der Weise, daß zunächst blaugraugrüne primäre und später neapelgelbe sekundäre Koni-

dien abgeschnürt wurden. In der 6. Generation trat Rückschlag zur Stammrasse ein, der nicht rückgängig zu machen war. Mit derselben Generation hörte die Entwicklung sekundärer Konidien auf.

Auf Brot ohne Giftzusatz abgeimpft, war der Unterschied zwischen primären blaugraugrünen und sekundären neapelgelben genau so scharf und blieb in 7 Generationen bestehen, ehe Rückschlag zur Stammrasse eintrat.

Nährlösung mit Rhodankaliumzusatz wurde nur in der Giftkonzentration $<$ 1 : 100 000 zu einer Kultur verwandt. Auch hierauf wurden zuerst blaugrüne primäre und dann sekundäre neapelgelbe Konidien abgeschnürt. Die Kultur blieb 6 Generationen konstant, sowohl bei Abimpfung von den primären, als auch von den sekundären Konidien. Nach 3 monatiger Ruhe waren die stumpfgelben Konidien zwar noch keimungsfähig, entwickelten aber nur noch vollkommen sterile Mycelien, sowohl bei optimaler, als bei Zimmertemperatur.

Rhodankalium ruft demnach die Entwicklung sekundärer Konidien hervor, wozu Aspergillus flavus sonst keineswegs neigt. Auffällig ist dabei, daß diese Neigung bei Fortfall des auslösenden Einflusses bestehen bleibt und erst nach einer längeren Generationsreihe zusammen mit der Konidienfarbe verschwindet, sowie die Tatsache, daß die sekundären Konidien anfänglich zweifarbig sind, während in der Deszendenz die primären blaugraugrün wie der eine Teil der unter dem Gifteinfluß entstandenen, die sekundären dagegen neapelgelb wie der andere Teil jener sekundären Konidien gefärbt sind, ganz gleich, von welchem Teil man abimpft. Es geben also blaugraugrüne wie strohgelbe sekundäre Konidien stets erst blaugraugrüne primäre und dann sekundäre strohgelbe, aber nie sind umgekehrt etwa schon die primären strohgelb. Leider konnte wegen Rückschlags die Konstanz nicht sehr weit verfolgt werden.

k) Sublimatversuche.

Mit Sublimat wurde gar kein Erfolg erzielt. Dagegen hinderte es die Keimung bis zur Konzentration 1 : 2 Millionen.

l) Manganversuche.

Manganchlorid brachte gleichfalls keinerlei Abänderung hervor, obwohl ich die Reihen dreimal wiederholte. —

In Tabelle 3 (s. S. 282 u. 283) sind Häufigkeit und Dauer der Konstanz der Abänderungen zusammengestellt.

Die gleichzeitig mit jeder Reihe angesetzten giftfreien Kontrollkulturen zeigten niemals irgendeine Abweichung vom normalen Aussehen. Sie waren stets chromgrün, wie auch die Stammrasse geblieben ist.

Die abgeänderten Sporen sind cytologisch nicht von den normalen zu unterscheiden. Ebensowenig waren morphologisch irgendwelche Abweichungen im Bau der Konidienträger oder in der Sporengröße zu erkennen. Nur die Pigmentierung ist etwas stärker bei den blaugrünen Formen. Außer der veränderten Färbung ist die Neutralisierung, resp. die Säurung der sonst alkalischen Nährlösung das einzige Unterscheidungsmittel.

Die Launenhaftigkeit des Auftretens von Abänderungen, die schon bei Penicillium so auffällig sich bemerkbar machte, springt auch bei Aspergillus flavus deutlich in die Augen. Nur sind hier die Abänderungen überhaupt seltener und an Zahl sehr viel geringer (nur 6). Abänderungen und Rückschlag können in derselben Art, wie bei Penicillium, die Gesamtheit der Konidienköpfchen umfassend, auftreten; jedoch besteht hier noch die Möglichkeit, daß nur Teile der Decke, selbst bei Einzellkulturen, abgeändert werden, während andere völlig normal bleiben, auch ebensolche Deszendenz geben, wie durch Versuch jedesmal in mehreren Kulturen festgestellt werden konnte. Diese Beobachtung des fleckenweisen Auftretens würde also mit den Angaben Waterman's für Pen. glauc. und Asp. nig. (vergl. S. 228) in Parallele zu setzen sein, nur daß ich sie für Penicillium nirgends bestätigt fand. Dies fleckenweise Auftreten ist jedoch von »Sektorenmutation« wohl zu unterscheiden, da von irgendwelcher gradliniger Begrenzung keine Rede sein kann.

Besonders bemerkenswert und erstaunlich ist der bei gewissen Bleinitratkulturen (z. B. $\leqq$ 1 : 100 000) beobachtete Rückschlag abgeänderter Konidien ein und derselben Impfgeneration, noch im Konidienträgerverbande, zur Farbe der Stammrasse, ohne daß irgendein erkennbarer Grund dafür anzugeben ist.

Das Umschlagen einer Farbänderung in eine andere scheint selten vorzukommen, jedenfalls gelangte es in meinen Versuchen nicht oft zur Beobachtung (z. B. Chloralhydrat 1 : 40 Mill.). Abänderungen, Rück- oder Umschlag hängen eng zusammen mit der Reaktion der Nährlösung, was darauf hindeuten könnte,

Ta

Giftzusatz	Konzentrati							
	1 : 2000	< 1 : 2000	1 : 4000	< 1 : 4000	1 : 40000	< 1 : 40000	1 : 100000	< 1 : 1000
$CnSO_4$		+	+ 5* (?)	+ 5* (?)	+ 5* (?)	+ 5* (?)	+	—
$K_2Cr_2O_7$ . . .					+ *			
Fe_2Cl_3		+ 8* (?)			+ *	+ 8* (?)		
CCl_3COH . . .				+ ?	+ 5*		+ 2*	
$C_6H_4(OH)COOH$	+ *	+ ?	+ *	+ ?		+ ?		— ?
$PbNO_3$				+ ?	+ ?			+ 12* (
$UO_2(NO_3)_2$ . .			+ *			+ 11* (?)		
KJ								
KCNS	+ ?		+ ?		+ ?		+ 5*	— 6*
$HgCl_2$								
$MnCl_2$								

Die Zeichen bedeuten dasselbe wie in Tabelle 1. Eingeklammerter Stern mit Frag zeichen gibt an, daß die Konstanzfrage nicht mit Sicherheit zu beantworten ist, supraoptimale, nicht gleichgebliebene Temperatur Sterilität oder Konidienmangel u:

daß die Bedingungen für das Auftreten der veränderten Deckenfarbe vor allem in verändertem Stoffwechsel zu suchen sind.

Bezüglich der Konstanz der Formen gilt dasselbe Schema wie für Penicillium. Es sind sofort zurückschlagende, erst nach längerer Konstanz und überhaupt nicht zurückschlagende zu unterscheiden, wenn auch von der letzten Art wegen der Unmöglichkeit der Schaffung dauernd gleichmäßig günstiger Kulturbedingungen nur ein Vertreter genannt werden konnte.

Trotz einiger Abweichungen im Auftreten der Abänderungen besteht doch eine bemerkenswerte Ähnlichkeit darin zwischen Aspergillus flavus und Penicillium glaucum f. H.

B. Aspergillus fuscus Schiemann.

Dieser Pilz war mir mit anderen zufällig von Herrn Prof. Wehmer übersandt worden und wurde von mir wegen seiner charakteristischen Färbung zu ähnlichen Versuchen wie den bisher beschriebenen verwandt. Sein morphologisches und physiologisches Verhalten findet sich in der Schiemannschen Arbeit (1912) beschrieben. Geprüft wurde nur mit Bleinitrat, Eisenchlorid und Chloralhydrat. Nur unter dem Einfluß von Bleinitrat wurde eine anstatt rotbraun grünlichgelb gefärbte Abänderung (Kultur 1 : 4000) erhalten, die bei Abimpfung auf giftfreie Nährlösung 3 Impfgenerationen konstant blieb, dann aber zur Stammrasse zurückschlug.

Die Zahl der Versuche ist hier zu gering, um behaupten zu können, daß

elle 3.

r Gifte

200 000	< 1 : 200 000	1 : 2 Mill.	< 1 : 2 Mill.	1 : 40 Mill.	< 1 : 40 Mill.	1 : 800 Mill.	< 1 : 800 Mill.
5* (?)	+	+	+	+ 5* (?)	+ 5* (?)	+	+ 5* (?)
	+ 8* (?)		+ ?				
	+ ?			+ 4*	+ 3*		
25	+ ?		+ ?		+ ?		+ ?
			+ ?		+ ?		
10* (?)		[illegible]		[illegible]		[illegible]	
	+ 6*						
[illegible]		+ ?		+ ?		+ ?	

mit verbundene schwache Deckenfärbung zur Folge hatte, ohne daß diese Verkümme-
ng durch günstige Wachstumsbedingungen zu überwinden gewesen wäre.

eine Ähnlichkeit mit Penicillium glauc. f. F. bestände, indessen ist die Beeinflußbarkeit augenscheinlich gering.

C. Aspergillus cinnamomeus Schiemann.

Dieser ebenfalls durch die Freundlichkeit von Herrn Prof. Wehmer erhaltene rehbraune Aspergillus wurde mit denselben Giften wie fuscus behandelt. Es fand sich, daß Eisenchlorid in den Konzentrationen 1 : 2000, 1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000 und 1 : 200 000 das helle Rötlichgelbbraun der normalen Kulturen in ein Rötlichviolettgrau verwandelte. Konstanzprüfung, als Einzell- und Vielzellkulturen vorgenommen, ergab immer sofortigen Rückschlag zur Stammrasse bei Abimpfung auf giftfreie Nährlösung. In der Schnelligkeit der Sporenentwicklung wird übrigens Asp. cinnamomeus keineswegs durch den Eisenzusatz günstig beeinflußt. Die Grenzkonzentration Fe_2Cl_3 1 : 1200 war auch im Laufe vieler Generationen nicht höher hinauf zu verschieben.

D. Aspergillus ochraceus Wilhelm.

Noch ein dritter brauner Aspergillus, Aspergillus ochraceus, derselben Quelle entstammend, wurde auf die gleiche Weise geprüft. In der Färbung sieht er dem Schiemannschen fuscus zum Verwechseln ähnlich. Bezüglich seiner morphologischen Verschiedenheiten verweise ich auf Wehmer (1903) und Schiemann (1912).

Durch Bleinitrat 1 : 40 000, 1 : 200 000 und 1 : 800 Mill., sowie Chloralhydrat < 1 : 4000, < 1 : 2 Mill. und < 1 : 40 Mill. wurden dunkelgraubraune Abänderungen erzielt, die sämtlich nicht konstant waren.

Die allerdings wenig umfangreichen Versuche mit diesen hellbraunen Aspergillen haben nur inkonstante oder vorüber-

gehend konstante Abänderungen geliefert, die aber in der Art wie bei Penicillium f. H. in Erscheinung traten, die ganze Konidiendecke umfassend.

Demgegenüber werden sich aber bei dem nun noch zu behandelnden Aspergillus niger wichtige Unterschiede zeigen.

E. Aspergillus niger van Tieghem.

Diese Form wollte sich im Bonner Institut nicht einfangen lassen. Auf meine Bitte übersandte ihn mir deshalb Fräulein E. Schiemann, Berlin, in Reinkultur. Einen zweiten Stamm erhielt ich, gleichfalls in Reinkultur, mit anderen Aspergillen und Penicillien von Herrn Prof. Wehmer, Hannover. Beiden danke ich für ihr freundliches Entgegenkommen.

1. Morphologie der Schiemannschen niger-Rasse.

Der Konidienrasen ist auf Nährlösung wie auf Agar von tief schwarzbrauner Farbe. Die Konidienträger stehen dichtgedrängt. Sporen werden massenhaft abgeschnürt. Unterseits ist das Mycel farblos. Die Nährlösung wird nicht auffallend verfärbt. Sekundäres Mycel tritt bei dieser niger-Rasse nicht auf. Bezüglich der Keimung und Entwicklung des Pilzes, sowie der Dimensionen von Hyphen, Trägern, Sterigmen und Sporen kann ich auf die Schiemannschen Angaben (1912) hinweisen.

2. Die proteusähnliche Abänderung[1].

I. Die Schiemannsche niger-Rasse.

Ohne große Mühe konnte ich diesen Aspergillus niger-Stamm durch äußere Eingriffe zur Abänderung zwingen, durch Gifte, wie durch Temperaturerhöhung und andere Bedingungen. Dabei trat jedoch in völligem Gegensatz zu meinem Penicillium f. H., sowie in beschränkterem Maße auch noch zu Aspergillus flavus, die auf fast jeden Eingriff in anderer Weise abänderten, eigentlich, soweit nicht cytologische Befunde in Betracht gezogen werden, immer nur eine und dieselbe Abänderung auf, bald von geringerer, bald von größerer, ja selbst, soweit ich sehen kann, vollkommener Konstanz, eine Form nämlich, die durch hellbraune Konidienköpfchen und andere Merkmale von der Stammform verschieden ist. Sie besitzt sehr große Ähnlichkeit mit der Schiemann'schen Mutante proteus, ohne mit ihr,

[1]) Die proteusähnliche und die fuscusähnliche Abänderung werden zuweilen als proteoides resp. als fuscoides bezeichnet. Beide Benennungen decken sich.

wie ich zeigen werde, identisch zu sein. Ich will sie als proteusähnliche Form bezeichnen. Gleich hier sei bemerkt, daß eine andere niger-Rasse, die von der eben erwähnten Stammform morphologisch in doppelter Hinsicht etwas abweicht, ebenfalls durch solche Bedingungen gezwungen werden konnte, die proteusähnliche Form zu bilden.

Außerdem ist mir nur noch eine andere Abänderung aus dem niger (Schiemann) gelungen, die ich als fuscus-ähnliche Form beschreiben werde.

a) Art des Auftretens.

Sie tritt in ganz anderer Weise auf, wie es für die Abänderungen von Penicillium f. II. oder Asp. flavus beschrieben wurde. Während dort unter dem Gifteinfluß, wenn überhaupt Abänderung auftrat, die Gesamtheit aller Konidien eines Mycels einheitlich abgeänderte Färbung zeigte, oder doch wenigstens zusammenhängende Teile davon abweichend gefärbte Köpfchen besaßen (flavus), sind die Konidiendecken von Asp. niger bei dem ersten Auftreten der Abänderung niemals, weder in ihrer Gesamtheit, noch in einheitlich wirkenden Flecken, verändert. Die hellbraunen Köpfchen, deren Deszendenz die proteusähnlichen Decken ergeben, stehen vielmehr, allerdings meist in sehr großer Zahl, zerstreut über die sonst unverändert aussehende Kultur als hochträgerige, hellgelbbraune Köpfchen, die sich auch im Alter nicht dunkler färben. Zuweilen ist die Decke der unveränderten Köpfchen so dicht von ihnen übersät, daß diese kaum noch sichtbar sind: erst bei genauer Betrachtung erkennt man die schwarzbraune Schicht der unabgeänderten Köpfchen darunter. Sie können auch, in größerer Zahl an einer Stelle gehäuft, die Decke als hellen Schopf überragen, aber niemals bilden sie von vornherein die Gesamtheit aller Köpfchen. Durch Einzellversuche ließ sich feststellen, daß sie mit den normal schwarzbraunen an ein und demselben Mycel auftreten und dasselbe Bild geben wie bei Massenaussaat, wenn sie auch ebenso wenig mit unbedingter Sicherheit zu erhalten sind, wie die Abänderungen bei den früher beschriebenen Pilzen, da sie unter bestimmten Bedingungen einmal entstehen und ein andermal fehlen, ohne erkennbare Ursache.

Auch darin unterscheiden sich diese abgeänderten hellbraunen Köpfchen von den normalen der Stammrasse, daß sie sich später entwickeln, daß sie nicht gleichzeitig mit den dunkeln erscheinen oder wenigstens reifen.

Impft man von diesen hellbraunen Köpfchen ab, so erhält man nicht sofort eine homogene Decke rein hellbrauner Köpfchen, sondern Decken von demselben gesprenkelten Aussehen der ersten, ganz gleich, ob man von Einzell- oder Vielzellkulturen ausgeht. Erst nach einer wechselnden Zahl von Impfgenerationen erhält man, wenn es überhaupt zu Konstanz kommt, was nur selten eintritt, Decken nur von der typisch abgeänderten Art mit Köpfchen von hellbrauner bis kaffeebrauner Färbung, die alle, soweit sich das im Einzelnen prüfen läßt, beim Abimpfen die proteusähnliche Rasse ergeben.

b) Auftreten der proteusähnlichen Abänderung unter dem Einfluß von Giften.

Es wurden verschiedene Wege gefunden, um diese Abänderung zu erhalten, zunächst Gifteinfluß. Ich ließ ihn in der gleichen Weise, wie bei Penicillium f. H. ausführlich mitgeteilt wurde, einwirken und will daher nur die Kulturen mit abgeänderten Köpfchen anführen. Alle übrigen, nicht besonders angeführten Kulturen waren mit der Stammrasse identisch.

1. Versuche mit Bleinitrat.

Alle 16 Kulturen besaßen abgeänderte helle Köpfchen in großer Zahl. Das Mycel war anfänglich gelb gefärbt.

Abgeimpft wurde zwecks Konstanzprüfung von diesen hellen Köpfchen, soweit nicht durch absichtliches Abimpfen von den normal, d. h. wie bei der Stammrasse gefärbten Köpfchen geprüft werden sollte, ob diese Köpfchen nicht bloß unabgeändert aussähen, ihre Deszendenz aber doch die proteusähnliche Form lieferte. Von solchen dunklen, also normal gefärbten Konidien wurde jedesmal auch dann abgeimpft, wenn eine abgeänderte Kultur zur Stammrasse zurückschlug, analog wie bei Penicillium. Das Abimpfen von den hellen Köpfchen gelang ohne Schwierigkeit, da sie die dunkeln an Höhe überragen.

1 : 200 000
1 : 40 Mill. } Rückschlag zur Stammrasse auf giftfreier Nährlösung. Auch in 3 weiteren Generationen ist kein helles Köpfchen sichtbar. So oft auch von den hellen Köpfchen der 1. Generation abgeimpft wurde, niemals zeigten sich in der folgenden wieder solche.

$<$ **1 : 40 000**: J 16 c_1.

1. Generation (auf dem Gift[1]): helle Köpfchen in großer Zahl, mehr helle als dunkle; Nährlösung nach 8 Tagen schwarzbraun verfärbt, ebenso die Mycelunterseite.

2. Generation: (auf giftfreier Nährlösung[1]): fast keine normal schwarzbraunen Köpfchen mehr, sonst ebenso.

3. Generation: dunkle Köpfchen nur noch am Rande der Decke.

4. ,, : nur helle Köpfchen.

5. ,, : hellbraune bis kaffeebraune Köpfchen.

6.—39. ,, : konstant ebenso.

Anfangs, bis zur 10. Generation, wurden stets mehrere Parallelkulturen von jeder Impfgeneration angelegt. Sie hatten aber von der 4. Generation an völlig gleiches Aussehen, so daß später immer nur 1 Kultur angesetzt wurde. Die Deckenfarbe variiert, wie oben beschrieben, ohne erkennbaren Grund, da die Zusammensetzung der Nährlösung und die Temperatur des Wärmeschrankes von Anfang an die gleiche geblieben ist, abgesehen von geringen Schwankungen der Temperatur innerhalb ein bis zwei Graden, die in einem gewöhnlichen Laboratoriumsraum unvermeidlich sind. Die Decken waren in den letzten Generationen zuweilen fast mausgrau mit gelblichen Stellen, meist jedoch kaffeebraun. Übrigens zeigte der Schiemannsche proteus[2], den ich nebenher unter denselben Bedingungen kultivierte, seit längerer Zeit dieselbe Erscheinung, während er früher ebenso hellbraun bis scheckig aussah wie meine Rasse. Möglicherweise spielt die Laboratoriumsluft eine Rolle dabei, die im Sommer bei den tagsüber offen stehenden Fenstern weniger in Betracht kommt.

Eine der Parallelkulturen der 5. Impfgeneration ist gleichfalls weiterverfolgt worden: J 16 c_1 (ax), hat sich aber genau so wie ihre Schwesterkultur verhalten und ist bisher 31 Generationen konstant geblieben.

$<$ **1 : 200 000:** J 16 c_1.

1. Generation: zahlreiche helle Köpfchen, auch sonst wie J 16 c_1.

2. ,, : überwiegend helle Köpfchen.

3.—39. ,, : homogen hell- bis kaffeebraun.

$<$ **1 : 2000:** J 16 a_1. Sofort zur Stammrasse zurückgeschlagen. Aus ihr durch Anwendung von Nährlösung veränderter Konzentration später eine konstant proteoide Form erhalten (vergl. S. 297).

Die Bleinitratreihen wurden 6 mal wiederholt. Zweimal lieferten die gleichen Konzentrationen $<$ 1 : 40 000 und $<$ 1 : 200 000 dieselben konstanten Formen: J 16 c_1 (a), bisher 36 Generationen konstant; J 16 c_1 (b), 27 Generationen konstant, in der 28. Generation zur Stammrasse zurückgeschlagen, auch in den folgenden Generationen durchaus normal schwarzbraun; J 16 c_1 (b),

[1]) Die erste Generation ist hier, wie bei allen folgenden Kulturen, die gifthaltige Kultur, die zweite die durch Abimpfung von der gifthaltigen auf giftfreier Nährlösung entstandene Generation.

[2]) Asp. proteus, Asp. fuscus und Asp. cinnamomeus wurden mir von Herrn Prof. Wehmer, der die 3 Stämme von Fräulein Schiemann direkt erhielt, zufällig mit anderen Aspergillen übersandt, nachdem mein proteoides schon lange vorhanden war.

bisher 35 Generationen konstant. Von den übrigen Kulturen, die gleichfalls helle Köpfchen in wechselnder Menge aufwiesen, war keine konstant. In drei anderen Kulturreihen mit Bleinitratzusatz hatten nur wenige Kulturen helle Köpfchen, einmal 1 : 4000 und 1 : 2 Mill., die erste 3, die zweite 2 Generationen konstant; die andere < 1 : 2000, < 1 : 4000 und < 1 : 200 000, sämtlich sofort zurückschlagend; die dritte 1 : 100 000, 4 Generationen konstant, < 1 : 4000 und < 1 : 40 000, sofort zurückschlagend. Bei der 6. Wiederholung der Reihen war keine abgeänderte dazwischen. Einem Einzelversuch mit Bleinitrat < 1 : 200 000 verdankt noch die Kultur J 16 c_1 (b_1) ihre Entstehung, die eine Zeitlang durch ein besonders auffälliges Rotbraun ihrer Konidien auffiel und 32 Generationen als konstant verfolgt wurde.

Diese Versuche mit Bleinitrat zeigen bereits, daß die proteusartige Abänderung bald recht konstant, bald ganz inkonstant erhalten werden kann. Irgendwelche äußere morphologische Unterschiede zwischen den Formen verschiedener Konstanz habe ich nicht beobachten können, wodurch es mir sehr wahrscheinlich werden mußte, daß es sich bei ihnen allen um ein und dieselbe Abänderung handelt, die sich sehr auffällig auch dadurch von der Stammrasse unterscheidet, daß sie die Nährlösung schwarzbraun färbt und ihre saure Reaktion in alkalische umwandelt.

Zu beachten ist, daß die Rückschläge hier und im Folgenden in Vielzellkulturen auftreten, so daß also alle Mycelien von dem Rückschlage betroffen werden, ähnlich wie bei Penicillium, wo schon darauf hingewiesen wurde, daß das auf noch unbekannte Außenfaktoren hinweist, von denen der Rückschlag abhängt. Während aber dort der Rückschlag stets nach einer geringeren Zahl von Generationen eintrat, wurde hier der außergewöhnliche Fall beobachtet, wo das erst nach 27 Generationen geschah: J_{16} c_1 (b). Das läßt es nicht als völlig ausgeschlossen erscheinen, daß die bisher als dauernd konstant beschriebenen Formen doch noch bei weiterer Kultur eines Tages zurückschlagen werden.

Im wesentlichen gleich war das Verhalten der

2. Manganchloridkulturen.

Helle Köpfchen besaßen die Kulturen **1 : 4000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., < 1 : 2000,** < 1 : 4000 bis < 1 : 800 Mill.

1 : 4000: J 19 b.

1.—8. Generation: überwiegend helle Köpfchen, aber nicht ausschließlich.
9. „ : Rückschlag zur Stammrasse.

Erneutes Abimpfen von weiter zurückliegenden Kulturen, der 8., 6., 4., 3. Generation hatte immer den gleichen Erfolg, d a ß d i e d e r 9. G e n e r a t i o n z e i t l i c h e n t s p r e c h e n d e G e n e r a t i o n R ü c k s c h l a g z e i g t e!

1 : 100 000: J 19 d.

Verhielt sich wie die geschilderten Bleinitratkulturen J 16 c_1 und J 16 e_1. Sie liegt jetzt in der 28. Generation vor. Alle ihre Köpfchen, hellbraune bis kaffeebraune, geben beim Abimpfen die proteoide Form.

1 : 200 000: J 19 e.

1. Generation: zahlreiche helle Köpfchen.
2. ,, : Mehrzahl heller Köpfchen.
3.—5. ,, : ausschließlich helle Köpfchen.
6. ,, : Rückschlag zur Stammrasse.

Es ist auffällig, daß der Rückschlag solcher anfänglich konstanten Rassen gänzlich unvermittelt, ohne jeden Übergang auftritt und zwar, da eine Vielzellkultur vorliegt, bei a l l e n Mycelien, die aus den ausgesäten Sporen hervorgehen.

$<$ **1 : 800 Mill.:** J 19 h_1.

1.—9. Generation: konstant, anfangs zahlreiche, von der 4. Generation an ausschließlich helle Köpfchen.

10. Generation: Rückschlag zur Stammrasse.

Trotz allen Abimpfens zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Generationen, auch durch Anlegen von Einzellkulturen war keine weitergehende Konstanz zu erzielen.

Zweimal wurden die Manganreihen erneut angesetzt, aber beide Male war keine einzige Kultur abgeändert.

Bei der Kultur 1 : 4000 (J 19 b) gelang es, sie auf andere Weise zur Konstanz zu zwingen, nämlich durch Anlegen von Einzellkulturen (vergl. S. 302).

Merkwürdig ist hier vor allem die mit 1 : 4000 Manganchlorid erzielte Abänderung ($J_{19}b$) und zwar dadurch, daß sie immer genau 8 Generationen konstant blieb.

Alle anderen Gifte haben länger konstant bleibende Kulturen n i c h t ergeben. Stets trat Rückschlag nach einigen bis vielen Generationen ein. Da ihr Verhalten aber doch für die endliche Beurteilung der proteusähnlichen Rasse von Wert ist, seien die Versuche hier kurz aufgezeichnet.

3. Uranylnitratversuche.

$<$ **1 : 100 000:** J 14 d_1.

1. Generation: zahlreiche helle Köpfchen.
2. ,, : helle und schwarzbraune zu gleichen Teilen.
3. ,, : nur helle bis kaffeebraune.
4. ,, : graubraune Köpfchen, unverfärbte Nährlösung.
5. ,, : nur graugelbliche und graubräunliche Köpfchen, verfärbte Nährlösung.

6.—7.	Generation:	winzige graubraune Köpfchen, unverfärbte Nährlösung.
8.—9.	„	: kaffeebraune Köpfchen, verfärbte Nährlösung.
10.	„	: winzige graubraune Köpfchen, unverfärbte Nährlösung.
11.—12.	„	: helle Köpfchen im Überschuß, verfärbte Nährlösung.
13.	„	: schwarzbraun wie die Stammrasse, unverfärbte Nährlösung.
14.—15.	„	: ausschließlich helle Köpfchen, verfärbte Nährlösung.
16.	„	: umbrabraun, unverfärbte Nährlösung.
17.	„	: kaffeebraun, verfärbte Nährlösung.
18.	„	: schwarzbraun wie die Stammrasse, auch in 12 weiteren Generationen.

Aus dieser Unregelmäßigkeit könnte man geneigt sein zu folgern, daß die proteusähnliche Form doch identisch sei mit der Schiemann'schen proteus-Mutante, die ja grade gekennzeichnet ist durch die große Variabilität von Farbe und Wuchsform, die Schiemann auf geringe Verschiedenheiten des Substrates zurückführt, hervorgerufen durch geringe physikalische Änderungen, die nicht in der Hand des Experimentators liegen. Allerdings beziehen sich ihre Angaben auf das Verhalten des proteus auf Agarnährboden. Zudem ist die proteusähnliche Rasse im Gegensatz zum echten proteus in der Farbe nicht von der Temperatur abhängig. Bei 35 bis 37° C ist die Färbung genau so wechselnd wie bei 25 bis 30° C oder selbst bei Zimmertemperatur (18 bis 20°), während proteus, auch nach meinen Beobachtungen nur oberhalb 27° C, besonders bei 30° C so fleckig hell- bis kaffeebraune Decken aufweist wie meine Form, unterhalb 27° aber schwarz (schwarzbraun) fruktifiziert. Noch weniger stimmt die proteusähnliche Form mit proteus darin überein, daß bei dieser nach etwa drei Wochen Rückschlag zur Stammrasse stattfindet. Allerdings ist der proteus in meiner Kultur auch bei mehrmonatiger Zwischenimpfzeit nicht zurückgeschlagen. Nachdem ich ihn $^1/_2$ Jahr lang alle acht bis zehn Tage einmal auf frischen Agar übergeimpft hatte, blieb er zu Anfang des Krieges drei Monate lang im Agarröhrchen, resp. im Nährlösungskölbchen sich selbst überlassen. Meine Befürchtung, ihn inzwischen verloren zu haben, erfüllte sich jedoch nicht; denn nach so langer Zeit auf Nährlösung zurückversetzt, wuchs er darauf sofort wieder bei 35° C in der für ihn charakteristischen Art. Mag sein, daß er im Lauf der Jahre seit seiner ersten Entstehung zur Konstanz gelangt ist, die ihm bis dahin abging.

Bei der Wiederholung der Uranylnitratreihen traten in allen Kulturen der Reihe < 1 : 2000 bis < 1 : 800 Mill. helle Köpfchen in reichlicher Menge auf. Von einer Konstanzprüfung wurde abgesehen.

Die Uranylnitratkultur $J_{14} d_1$ zeigt ein besonders schwankendes Verhalten, sowohl hinsichtlich der Konidienfarbe, als auch der Konstanz. Als Zwischenfarbe tritt ein Graubraun auf, das nicht mit Verfärbung der Nährlösung verbunden ist. Trotz des langen Hin- und Herschwankens gelangte die Kultur nicht zur Konstanz einer der Abänderungen.

4. Salizylsäureversuche.

1 : 4000, 1 : 40 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill., < 1 : 2000, < 1 : 4000, < 1 : 40 000, < 1 : 40 Mill. besaßen helle Köpfchen in geringerer oder größerer Zahl.

1 : 100 000: J 15 d.

1. Generation: zahlreiche hellbraune Köpfchen.
2. ,, : wenige, zerstreut stehende helle Köpfchen.
3. ,, : Rückschlag zur Stammrasse.

1 : 40 Mill.: J 15 g.

1.—7. Generation: in allen überwiegend helle Köpfchen, in den letzten 3 Generationen eine zusammenhängende Schicht über den dunklen bildend, aber nicht etwa an sekundärem Mycel entstanden, sondern an demselben, einzig vorhandenen primären, nur infolge der größeren Länge ihrer Konidienträger die normal schwarzbraunen verdeckend, die aber überall darunter vorhanden sind.

8. Generation: einheitlich schwarzbraun wie die Stammrasse.

Auch in 18 weiteren Generationen kam niemals wieder ein helles Köpfchen zum Vorschein.

< 1 : 4000: sofort zur Stammrasse zurückgeschlagen.

Die beiden Reihen wurden nicht wiederholt.

Die Kultur J_{15} g (5. bis 7. Generation) macht bei oberflächlicher Betrachtung ganz den Eindruck, als stimme hier die Art des Auftretens mit der bei Penicillium beobachteten überein, wo alle Konidien einer Decke zugleich abgeändert waren. Bei genauerem Zusehen erkennt man jedoch, daß hier etwas wesentlich anderes vorliegt, indem ein und dasselbe Mycel gleichzeitig abgeänderte und unabgeänderte Konidienköpfchen zeitigt. Das war freilich schon bei Asperg. flavus der Fall, aber dort war es ein Nebeneinander, hier dagegen ein Übereinander. Da jedoch die abgeänderten Köpfchen die später erscheinenden sind, so

ist hier eine Erklärung viel leichter möglich als bei Asperg. flavus. Es macht sich eben der Gifteinfluß augenscheinlich nicht sofort äußerlich sichtbar geltend, sondern erst nach einer gewissen Zeit, wirkt dann aber scheinbar einheitlich.

5. Eisenchloridversuche.

Eisenchlorid befördert bei der Stammrasse die Konidienentwicklung außerordentlich stark, so daß bereits nach 48 Stunden eine völlig zusammenhängende Konidiendecke vorhanden ist, wie auf Nährlösung sonst bestenfalls nach 4 Tagen.

< 1 : 100 000, < 1 : 2 Mill., < 1 : 40 Mill. und < 1 : 800 Mill. besaßen reichlich helle Köpfchen in den ersten 3 Generationen auf Normallösung. Leider gingen diese Kulturen infolge Erhitzung auf 55° C zugrunde. Die sofort neu angesetzten Reihen besaßen helle Köpfchen bei den Konzentrationen < 1 : 2000, < 1 : 40 000 und < 1 : 800 Mill. Ihre Deszendenz auf Nährlösung ohne Gift war jedoch wie die Stammrasse rein schwarzbraun.

Hier ist bemerkenswert, daß die Kulturreihen mit Eisenchloridzusatz in dauernd gleichhoher Konzentration (1 : 2000 usw. bis 1 : 800 Mill.), wo die Beschleunigung der Fruktifikation besonders deutlich ist, keine abgeänderten Sporen besitzen. Es sieht fast so aus, als wenn hier, wo der Gifteinfluß sich nicht sofort bemerkbar macht, bei der Schnelligkeit und Üppigkeit des Fruktifizierens das Wachstum der Decken eher abgeschlossen sei, als das Gift abändernd einzuwirken vermag. Dafür spricht besonders die Beobachtung, daß in zwei von sechs dieser Kulturen nach Zusatz von wenig (1 ccm) frischer Eisenchloridlösung (1 : 40 000) innerhalb 24 Stunden einige wenige helle Köpfchen auftauchten, während in keiner der anderen Kulturen solche zu sehen waren.

Wie wenig das Auftreten der hellen Köpfchen in Giftkulturen von einer bestimmten Konzentration abhängig ist, beweist die Unregelmäßigkeit dieser Eisenchlorid- (und ihrer Wiederholungs) reihen von neuem.

6. Kupfersulfatversuche.

1 : 2 Mill., 1 : 40 Mill., 1 : 800 Mill. besaßen helle Köpfchen, jedoch nur spärlich.

1 : 800 Mill.: J 19 h.

1. Generation: hellbraune Köpfchen in geringer Zahl.
2. ,, : kaffeebraune Köpfchen.
3. ,, : überwiegend helle Köpfchen, Nährlösung wie in den vorhergehenden Generationen verfärbt.
4. Generation: ebenso, aber Nährlösung unverfärbt.
5.—6. ,, : fast nur helle Köpfchen, Nährlösung verfärbt.

Die Kultur hatte dasselbe Schicksal wie die Eisenchloridkulturen. Bei mehrfacher Wiederholung der Reihen zu verschiedenen Zeiten besaß niemals eine Kultur helle Köpfchen.

7. Kaliumbichromatversuche.

Die schwarzbraunen Decken von < 1 : 2 Mill., < 1 : 40 Mill. und < 1 : 800 Mill. waren ganz mit hellen Köpfchen übersät. Aber alle Versuche, durch Abimpfen von ihnen die proteusähnliche Rasse konstant zu erhalten, schlugen fehl. Alle 2 Tage, vom Erscheinen der hellfarbigen Köpfchen an, bis die Kulturen 3 Wochen alt waren, impfte ich von ihnen ab, ebenso legte ich viele Einzellkulturen an, aber nicht ein einziges Mal war auch nur ein helles Köpfchen in den zurückgeschlagenen Decken zu finden. Deshalb habe ich die Reihe auch nicht wiederholt.

Außer mit den bisher angeführten Giften wurden die gleichen Versuche mit Chloralhydrat und Sublimat ausgeführt, doch ohne Erfolg, trotz je 3maliger Wiederholung der Reihen[1].

c) Kontrollkulturen.

Zu jeder Reihe wurden wie bei Penicillium je zwei giftfreie, aber sonst gleichartig behandelte Kontrollkulturen angelegt. Alle sahen aus wie die Stammrasse. Helle Köpfchen fehlten überall. Sie verhielten sich also entsprechend den Kontrollkulturen sonst, wo auch niemals Abänderungen auftraten. Freilich standen sie an Zahl den beeinflußten Kulturen ganz erheblich nach, da sie durchschnittlich nur 12 % der laufenden Kulturen betrugen.

Auftreten und Konstanz der proteoiden Linien sei noch übersichtlich zusammengestellt in

[1]) Nicht unerwähnt bleibe, daß Arcichowsky (1908) bei Anwendung von Zinksulfat braun abgeänderte Köpfchen in schwarzen Asp. niger-Decken erhielt, ohne daß er Aussagen über ev. Erblichkeit dieser Erscheinung gemacht hätte.

Ta

Gift	Konzentratio							
	1:2000	< 1:2000	1:4000	< 1:4000	1:40 000	< 1:40 000	1:100 000	< 1:10000
$PbNO_3$	+ ?	+ *	+ ?	+ ?	+ ?	+ 39	+ ?	+ ?
$MnCl_2$		+ ?	+ 8*	+ ?		+ ?	+ 28	
$UO_2(NO_3)_2$ . .								+ 17*
$C_6H_4(OH)COOH$		+ ?	+ ?	+ *	+ ?	+ ?	+ 2*	
Fe_2C_3l								+ *
$CuSO_4$								
$K_2Cr_2O_7$ . . .								
CCl_3COH . . .								
$HgCl_2$								

Die Zeichen haben dieselbe Bedeutung wie früher.

Aus der Tabelle, in die jedoch, wie bei den früheren, die Ergebnisse der Wiederholungsreihen nicht mit aufgenommen sind, erkennt man, daß nur drei Kulturen dauernde Konstanz erlangten, während die große Mehrzahl aber sogleich oder nach einer geringeren oder größeren Zahl von Generationen zurückschlug. In einem Falle, bei $J_{16}c_1$ (b), geschah dies sogar erst nach sehr vielen Generationen (27). Im ganzen blieben 7 Kulturen konstant.

Es gelang mir nun, noch auf andere Weise abgeänderte Köpfchen in Asperg. niger-Kulturen zu gewinnen. Ehe daher von Versuchen, die Konstanz der proteusähnlichen Rasse zu erzwingen, bzw. sie zu erschüttern, die Rede sein soll, will ich zunächst andere Möglichkeiten anführen, sie zu erhalten.

d) Auftreten der proteusähnlichen Abänderung unter dem Einfluß höherer Temperaturen.

Es wurden dreimal je fünf Kulturen auf normaler Nährlösung einmal dauernd bei 45° C gehalten, das andere Mal nur bis zum Sichtbarwerden der Keimschläuche.

Die kurzdauernde Behandlung war gänzlich ohne Einfluß. Deshalb ging ich in späteren Versuchen dieser Art bis 50° C hinauf, ohne besseren Erfolg. Oberhalb 50° C wurden die Sporen innerhalb 24 Stunden, bei 55° C augenblicklich abgetötet.

Die ersten fünf Kulturen, die dauernd bei 45° C gehalten waren (vom 21. März 1914), brachten samtartig kurzträgerige

elle 4.

es Giftes

.200 000	< 1:200 000	1:2 Mill	< 1:2 Mill	1:40 Mill.	< 1:40 Mill.	1:500 Mill.	< 1:500 Mill.
+ *	+ 39	+ ?	+ ?	+ *	+ ?	+ ?	+ ?
+ 5*		+ ?	+ ?		+ ?		+ 9*
+ ?		+ ?		+ 7*	+ ?	+ ?	
			+ *		+ *		+ *
		+ ?		+ ?		+ 6 (?)	
			+ *		+ *		+ *

Decken tiefschwarzer kleiner Köpfchen hervor. Mir kam es darauf an, zu untersuchen, ob sich von ihnen vielleicht eine kurzträgerige Form konstant erhalten ließe, und zwar impfte ich erst nach etwa zwei Monaten (20. Mai 1914) von einer der Kulturen ab. Das Ergebnis war kurz folgendes:

1.—2. Generation: tiefschwarz, kurz.
3.—6. ,, : graubraun, kurz.
7. ,, : gelblichbraun, kurz.
8. ,, : schwarzbraun, kurz.

Obgleich diese Deszendenz bei 35° C sich entwickelte, blieb das Merkmal der Ausbildung auffallend kurzer, etwa 0,2 bis 0,3 mm langer Konidienträger längere Zeit erhalten. Ich habe dieselbe Erscheinung öfters auch bei anderen Aspergillen, z. B. bei Asperg. fuscus, Asperg. flavus und Asperg. clavatus, beobachten können, wo auch normale Lebensbedingungen nicht mit einem Schlage einen unter ungünstigen Bedingungen aufgetretenen Zwergwuchs beseitigen können.

Hier bei dieser Kultur J y trat jedoch mit der Rückkehr zum Habitus der Stammrasse in der 9. Generation plötzlich die proteusähnliche Veränderung auf in Gestalt sehr zahlreicher hellbrauner, besonders hochträgeriger Köpfchen, so daß die Kultur von der vorhergehenden 8. Generation doppelt abstach. Ebenso verfärbte sich die Nährlösung in der angegebenen Weise. Die folgenden drei Generationen besaßen nur hellbraune bis kaffeebraune Köpfchen. Leider habe ich sie beim Ausrangieren

alter Kulturen aus Versehen mit abgetötet, so daß sich über das weitere Verhalten der Kultur nichts aussagen läßt.

Von einer Schwesterkultur dieser Hitzeserie wurde gleichfalls nach 2 Monaten abgeimpft. Auch hier war die 2. Generation genau so kurzrasig, wie die unter dem Hitzeeinfluß entstandene, und ebenfalls sehr dunkel- und kleinköpfig. Auch hier fand der Übergang zu der proteusähnlichen Form über die kurzträgerige, graubraune statt. Nur vollzog er sich rascher. Die in der 4. Generation aufgetretene proteoide Form blieb konstant bis zur 18., um dann plötzlich zur Stammrasse zurückzuschlagen.

Hitzekulturen, die am 5. Mai 1914 angelegt waren und genau so aussahen wie die früheren, schlugen sämtlich sofort in der folgenden Generation zur Stammrasse zurück.

Von einer 3. Reihe vom 4. Juli 1914 wurde nur e i n e Kultur auf Konstanz geprüft. Diesmal wurde von den kurzträgerigen Köpfchen schon nach 14 Tagen abgeimpft, und innerhalb von 10 Tagen konnten 3 weitere Generationen vom gleichen Aussehen gezogen werden. Während der ersten 3 Kriegsmonate ihrem Schicksal überlassen, war die 6. Generation hellbraun abgeändert mit schwarzbraun verfärbter Nährlösung. So blieb sie bis zur 10. Generation, um dann zur Stammrasse zurückzuschlagen, weshalb sie nach einigen weiteren Generationen vernichtet wurde.

Konstant war also die proteusähnliche Form durch Einwirkung von erhöhter Temperatur auf eine Impfgeneration nur eine beschränkte Anzahl von Generationen zu erhalten, und zwar erst nach Überwindung des als erste Wirkung der Hitze sich bemerkbar machenden Zwergwuchses. Ein Versuch, durch wiederholte Kultur in supraoptimaler Temperatur eine überhaupt nicht zurückschlagende Form zu erhalten, schlug fehl. Die Kulturen erstarkten vielmehr sichtlich von Generation zu Generation, so daß die bei 45^0 C gewachsenen Rasen der 5. und 6. Generation von normal ausgebildeten nicht mehr zu unterscheiden waren. Bei nun folgender Anwendung noch höherer Temperatur (47^0 C) blieben aber die Myceldecken dauernd steril.

e) Auftreten der proteusähnlichen Veränderung unter dem Einfluß höherer Konzentration der Nährlösung.

Infolge zufälligen Mangels an destilliertem Wasser konnte einmal die Aspergillusnährlösung nur mit 600 anstatt mit 1000 ccm angesetzt werden. Ehe ich die fehlenden ccm zufügte, beimpfte ich einige Kölbchen, die mit dieser konzentrierteren Nährlösung beschickt worden waren, mit Sporen der Stamm-

rasse. Das Resultat war überraschend. Die Stammrasse wuchs darauf mit fast ausschließlich hellen Köpfchen. Nur der Rand der Decke zeigte unabgeänderte schwarzbraune Köpfchen, deren Deszendenz die Stammrasse lieferte. Impfte ich dagegen von hellen Köpfchen ab, so erhielt ich bei einigen von ihnen auf Nährlösung gewöhnlicher Konzentration die proteusähnliche Form konstant in einigen Generationen, während andere sofort zurückschlugen. Beim Zurückversetzen auf die konzentriertere Nährlösung waren die zurückgeschlagenen Deszendenten aber sofort wieder in der Gesamtheit ihrer Köpfchen typisch proteusartig abgeändert.

Nach diesen Erfahrungen impfte ich alle meine zurückgeschlagenen, ursprünglich durch Gift oder Hitze veränderten Linien auf doppelt konzentrierte Nährlösung, soweit ich noch Abkömmlinge davon besaß.

Die Bleinitratkultur $J_{16}\,a_1$, die seit der 2. Generation zurückgeschlagen und so bis zur 10. geblieben war, wuchs sofort proteusähnlich und verfärbte die Nährlösung. Auf Normallösung zurückgeimpft, blieb sie konstant bis zur vorliegenden 40. Generation. Erneute Abimpfung von der 12. (nebenher weiterkultiviert) schwarzbraunen Kulturgeneration auf konzentrierte Nährlösung und Weiterbehandlung wie vorher hatte dasselbe Ergebnis. Diese Kultur ist bisher in 40 Generationen als typisch proteusähnlich verfolgt J_{16} (ax).

Dagegen waren gleichartige Versuche mit allen anderen zurückgeschlagenen Linien erfolglos; bestenfalls änderten sie auf der konzentrierten Nährlösung zwar ab, blieben aber, abgeimpft auf Normallösung, höchstens 3 Generationen konstant. Ließ ich diese abgeänderten Kulturen mehrere Generationen auf der konzentrierten Nährlösung wachsen, so gewöhnten sie sich daran wie an erhöhte Temperaturen und sahen nicht mehr abgeändert aus. Dagegen hatte kurzdauernde Einwirkung auf die Sporen dieser Kulturen sofort den gewünschten Erfolg.

Mir schien es von Wert, die Beziehung meiner proteusähnlichen Abänderung zu der Beschaffenheit der Nährlösung und ihrer Zusammensetzung festzustellen. Es erhoben sich die Fragen: 1. auf welche Bestandteile der Nährlösung das Auftreten der

hellbraunen Sporen zurückzuführen sei, 2. ob nur auf einen bestimmten oder auf mehrere gleichzeitig, resp. alle und 3. ob die betreffenden Substanzen durch andere ersetzbar seien?

Es fand sich, daß das Auftreten der hellbraunen Sporen mit dem Gehalt der Nährlösung an Zucker, Pepton und Kaliumnitrat in doppelter Konzentration nichts zu tun hat, wenn nur je einer dieser Bestandteile Konzentrationsverdoppelung erfuhr. Übrigens ließen sich ebensowenig helle Köpfchen hervorrufen, wenn man den Normalgehalt der Lösung an je einer dieser Substanzen noch mehr erhöhte, ihn verdrei- bis verzehnfachte. Zucker-, Pepton- und Kaliumnitratgehalt ließen sich, jeder für sich, in weiten Grenzen steigern, ohne andere Wirkung als schließlich wachstumshemmende zu haben. Dagegen erzielte ich sofort hellbraune Köpfchen in überwiegend großer Zahl, wenn ich den Gehalt von KH_2PO_4 oder an $MgSO_4$[1] verdoppelte. Jeder dieser Stoffe, für sich verdoppelt, befördert danach das Auftreten der Abänderung, im Gegensatz zu den drei anderen Bestandteilen der Nährlösung.

Was jedoch verdoppelter Zucker-, Pepton- oder Kaliumnitratgehalt allein für sich nicht vermögen, das bringen sie zu je zweien oder alle drei gemeinsam erstaunlicherweise wohl zustande. Dagegen wird die Wirkung des Magnesiumsulfats durch gleichzeitige Erhöhung des Kaliumnitratgehalts aufgehoben. Auch wenn ich die Konzentration aller Nährlösungsbestandteile außer Pepton verdoppelte, blieb die entstehende Konidiendecke unabgeändert.

Übersichtlicher lassen sich die Ergebnisse dieser Versuche aus der nachstehenden Tabelle 5 entnehmen, wo gleichzeitig die Zahl der Generationen angegeben ist, während deren kein Rückschlag zur Stammrasse stattfand, wenn von der konzentrierteren auf normale Nährlösung abgeimpft wurde.

Die Nährlösung enthielt die besonders aufgeführten Salze und organischen Verbindungen in doppelter Konzentration verwendet.

[1]) Benecke (1894) gibt an, daß bei Magnesiumsulfatmangel hellbraune Köpfchen beobachtet wurden, was er freilich mit mangelnder Reife der Sporen erklärt.

Tabelle 3.

	Bestandteil in doppelter Konzentration	Aussehen der Kulturen nach 8 Tagen	Die Generation, in der Rückschlag erfolgte
1	$MgSO_4$	überwiegend hellbraune Köpfchen; unverfärbte Nährlösung	5.
2	KH_2PO_4	,,	2.
3	KH_2PO_4 $MgSO_4$	überwiegend helle Köpfchen; verfärbte Nährlösung	2.
4	KH_2PO_4 KNO_3	,,	2.
5	Pepton Zucker	,,	5.
6	Pepton KNO_3	,,	7.
7	Pepton $MgSO_4$	überwiegend hellbraune Köpfchen; verfärbte Nährlösung	2.
8	Pepton KH_2PO_4	,,	5.
9	Zucker KNO_3	,,	5.
10	Zucker KH_2PO_4	überwiegend hellbraune Köpfchen; unverfärbte Nährlösung	2.
11	Zucker $MgSO_4$	,,	2.
12	Pepton Zucker KNO_3	überwiegend hellbraune Köpfchen; unverfärbte Nährlösung	4.
13	Pepton KH_2PO_4 $MgSO_4$	überwiegend hellbraune Köpfchen; verfärbte Nährlösung	4.
14	Zucker KH_2PO_4 $MgSO_4$	,, unverfärbte Nährlösung	5.
15	Zucker KH_2PO_4 KNO_3	,,	2.
16	Zucker KNO_3 $MgSO_4$	,,	2.
17	Zucker Pepton K_2HPO_4 KNO_3	,,	2.
18	Zucker Pepton KH_2PO_4 $MgSO_4$	nur hellbraune Köpfchen; unverfärbte Nährlösung	4.
19	Zucker KH_2PO_4 $MgSO_4$ KNO_3	normal	—
20	Zucker Pepton KNO_3 KH_2PO_4 $MgSO_4$	überwiegend helle Köpfchen; verfärbte Nährlösung	2.
21	$MgSO_4$ KNO_3	normal	—
22	Pepton KH_2PO_4 $MgSO_4$ KNO_3	überwiegend helle Köpfchen; verfärbte Nährlösung	5.

Nach einigen weiteren Tagen hatten übrigens alle Kulturen, abgesehen von den normal gebliebenen, braun verfärbte Nährlösung.

Weiter wurden Pepton und Kaliumnitrat durch andere stickstoffhaltige Substanzen ersetzt, zum Teil gleichfalls in doppelter Konzentration. Die proteusähnliche Form trat auf bei Kultur auf Asparagin (1 %) + KNO_3 (0,026 %), Asparagin (0,5 %) + Ammoniumnitrat (0,013 bis 0,026 %), Asparagin (0,5 %) + Ammoniumchlorid (0,026 %); Asparagin (0,5 %) und Ammoniumkarbonat (0,026 %); Asparagin (0,5 %) + Hydroxylamin (0,026 %); auf Tyrosin (0,5 bis 1,0 %) + schwefelsaurem Hydroxylamin (0,013 bis 0,016 %); auf Glykokoll (1 % bis 2 %); auf Asparaginsäure (1 % bis 2 %); auch bei Ersatz des Rohrzuckers durch Traubenzucker (8 %) + Kaliumnitrat (0,026 %) + Pepton (1 %); Traubenzucker (4 %) + Pepton (0,5 %); auf Glykokoll (4 %) + Pepton (0,5 %) und Traubenzucker (8 %) + $KH_2 PO_4$ (0,207 %) + Pepton (1 %).

Wie man aus diesen Angaben entnehmen kann, sind also nur wenige Bestandteile der Normallösung, für sich allein in doppelter Konzentration verwandt, imstande, Abänderung zu verursachen. Es sind demnach in den meisten Fällen nicht einzelne bestimmte Bestandteile, sondern es ist das Zusammenwirken mehrerer oder aller für das Entstehen der Abänderungen verantwortlich zu machen. Die durch eine Verbindung in ungewöhnlicher Konzentration hervorgerufene abändernde Wirkung kann durch eine andere, die für sich in der verwendeten Konzentrationshöhe keine Abänderung zu bewirken vermag, aufgehoben werden [vergl. KNO_3 (0,026 %) + $Mg SO_4$ (0,032 %)]. Durch Ersatz der stickstoffhaltigen Bestandteile der Nährlösung, resp. des Zuckers durch andere, sie vertretende Stickstoff- und Kohlenstoffquellen konnte in einzelnen Fällen ebenso die proteoide Abänderung erhalten werden. Alle anderen Nährstoffkombinationen der oben angegebenen Art, sowohl in gewöhnlicher wie in verdoppelter Konzentration, gaben keine Abänderungen.

In der Mehrzahl der Fälle wurden überwiegend hellsandfarbene bis kaffeebraune Köpfchen entwickelt. Bloß die Kultur 18 der Tabelle 5 besaß nur solche. Es war dies das einzige Mal, daß die proteusähnliche Abänderung gleich bei ihrem ersten Erscheinen die Gesamtheit aller Köpfchen der Decke umfaßte.

Konstant war von den letzterwähnten Kulturen nur die Asparagin und Ammoniumchlorid in doppelter Konzentration enthaltende Kultur, und zwar 14 Generationen, worauf Rückschlag erfolgte. Alle anderen schlugen auf gewöhnlicher Nährlösung augenblicklich zur schwarzbraunen Stammrasse zurück.

f) Versuche zur Erhaltung der Konstanz durch Ausgehen von Einzellkulturen.

1. Inkonstante Formen.

Schon an anderer Stelle habe ich darauf hingewiesen, daß auch Einzellkulturen, die man von den auf Giftlösungen entstandenen hellen proteoides-Köpfchen auf normaler Nährlösung anlegt, meist sowohl niger wie proteoides-Konidienköpfchen ausbilden, woraus ersichtlich ist, daß tatsächlich beiderlei Arten an ein und demselben Mycel entstehen. Die niger-Köpfchen solcher Kulturen lieferten bei Massenaussaat sowohl wie bei Einzellkultur stets, so oft ich auch prüfte, nur normal schwarzbraune Köpfchen.

Bei den inkonstanten Formen, d. h. denen, die sofort, auf Normallösung abgeimpft, ausschließlich bloß noch niger-Köpfchen erzeugen, bedurfte es noch einer besonderen Untersuchung durch Einzellkultur, ob es sich dabei wirklich immer um einen allgemeinen Rückschlag zur Stammrasse handelt. Da dieser bisher ja stets nur in Vielzellkulturen beobachtet wurde, die freilich immer von Konidien hellbrauner Köpfchen angelegt wurden, war an die Möglichkeit zu denken, daß der Rückschlag nur teilweise erfolgte, also in einzelnen Sporen, und vielleicht die Mycelien einer konstanten proteusähnlichen Form von der rascher wachsenden Stammrasse überwuchert würden. Aber von je 15 Einzellkulturen je eines Köpfchens der Kulturen 2 und 3 aus Tabelle 5 besaß keine auch nur ein proteoides Köpfchen.

2. Vorübergehend konstante Formen.

Da alle diese Kulturen von einer bestimmten Generation an als Vielzellkulturen zurückschlugen, war anzunehmen, daß sie von der letzten konstanten Generation an als Einzellkulturen dasselbe Ergebnis haben würden, wie die der ersten Gruppe. Einzellkulturen (5), von der letzten Generation mit konstant hellbraunen Köpfchen der Asparagin-Ammoniumchloridkultur hergestellt, besaßen denn auch nur schwarzbraune Köpfchen, ebenso (5) solche von der 5. Generation der Kultur 1 aus Tabelle 5 angelegte.

Nicht anders verhielten sich z. T. auch Einzellkulturen, die von der vorletzten konstanten Generation solcher Kulturen hergestellt wurden. Unter je 25 Einzellkulturen zweier Köpfchen der 13. Generation der 14 Generationen konstant gebliebenen Asparagin-Ammoniumchloridkultur war keine einzige proteusähnlich abgeändert. Nicht einmal ein einzigstes helles Köpfchen wurde im Laufe der Entwicklung sichtbar. Das gleiche Ergebnis hatten je 10 Einzellkulturen, hergestellt von der 4. konstanten Generation der Kultur 1, sowie

von der gleichen der Kultur 5 aus Tabelle 5. Die Erblichkeit muß also bezüglich der Abänderung in allen diesen Fällen als erloschen betrachtet werden.

Anders verhielt es sich mit der Mangankultur J 19 b, die in der 9. Generation plötzlich zurückgeschlagen war. Ich legte von einem hellen Köpfchen der 8. Generation 15 Einzellkulturen an, von denen eine einzige helle Köpfchen besaß, und zwar nur solche. Sie ist seitdem in 25 Generationen konstant geblieben.

Derselbe Versuch mit der 9. Generation der 10 Generationen konstant gebliebenen Mangankultur J 19 h ausgeführt, mißlang jedoch. Obwohl ich dreimal hintereinander je 20 Einzellkulturen anlegte, erhielt ich keine proteoiden Decken.

3. Konstante Formen.

Es war nun von Interesse, zu erfahren, wie sich die konstante Form der proteusähnlichen Rasse, also eine Form mit nur hell- bis dunkelbraunen Köpfchen, bei derartigen Versuchen verhalten würde. Zwecks Reinhaltung der Linien war inzwischen schon mehrfach von Einzellkulturen ausgegangen worden; rückgeschlagene Kulturen waren aber in diesem Falle einfach der Vernichtung anheimgefallen. Das Vorkommen solcher Rückschläge deutete übrigens darauf hin, daß die Verhältnisse bei Aspergillus niger ähnlich wie bei Penicillium lägen.

Die Mangankultur J 19 d, eine der dauernd konstanten Linien, von deren 4. Impfgeneration Einzellkulturen angelegt wurden, zeigte unter 10 nur 6 ausschließlich abgeänderte, die anderen 4 waren, obwohl gleichfalls von proteoiden Sporen desselben Köpfchens herstammend und unter den gleichen äußeren Bedingungen gekeimt und herangewachsen, normal schwarzbraun. Unter 10 Einzellkulturen der 9. Impfgeneration derselben Manganlinie war nur eine einzige zurückgeschlagen; ebenso viele, also je 10, der 16. Generation, sowie der 19. und der 22. Generation waren sämtlich abgeändert hellbraun bis kaffeebraun wie die Kulturen, von denen diese Einzellkulturen hergestellt waren.

Einzellkulturen, von einem Köpfchen der 14. Generation der dauernd konstanten Bleinitratkultur J 16 e_1 herstammend, zeigten unter 10 zwei zurückgeschlagene. 10 Einzellkulturen der 20. und 10 der 31. Impfgeneration waren sämtlich proteoid geblieben.

Das gleiche Verhalten ließ sich bei der Bleinitratkultur J 16 c_1 feststellen, die anfänglich, solange die Linie verhältnismäßig jung war (7. und 11. Generation), Neigung zu Rückschlag besaß, wenn man von einzelnen Sporen ausging. Nach einer längeren Reihe von Impfgenerationen war das nicht mehr der Fall; 10 Einzellkulturen der 21. und 16 der 31. Generation waren ohne Ausnahme proteusähnlich.

Das Ergebnis dieser Versuche ist somit folgendes:

Die Sporen konstanter Linien der proteoiden Form, die bei Massenaussaat völlig konstant bleiben, schlagen doch bei Einzellaussaat z. T. zur Stammrasse zurück, wenigstens bei solchen

Linien, die erst wenige Generationen hindurch konstant gewesen sind. Danach hat also Einzellaussaat ein anderes Ergebnis als Massenaussaat, was wohl nur so gedeutet werden kann, daß bei Einzellkultur irgendwelche unbekannte Faktoren die zunächst nicht ganz »festen« Sporen doch noch zu Rückschlag veranlassen. Rückschlagende und nicht rückschlagende Sporen unterscheiden sich übrigens äußerlich nicht voneinander.

Konstanz läßt sich nach meinen Versuchen zwar auf verschiedene Art erzielen, aber bei keinem wirksamen Mittel mit der Möglichkeit sicherer Voraussage. Wo sie nicht von vornherein vorhanden ist, läßt sie sich, soweit bisher zu übersehen ist, nur mit Geduld und Ausdauer auf dem einen oder andern Wege mehr oder weniger zufällig herstellen.

g) Versuche, die proteusähnliche Abänderung in die Stammrasse zurückzuführen.

Ob nicht auch bei ganz konstanten Formen die Konstanz sich aufheben und Rückschlag sich erzwingen ließ, war nun zu entscheiden. Da Einzellkulturen nicht immer zum Ziele geführt hatten, mußte nach anderen Möglichkeiten gesucht werden.

Der einfachste Weg schien nach den Schiemannschen Angaben die Kultur auf verändertem Substrat. Ich schickte deshalb die proteoide Form (alle erhaltenen konstanten Stämme) zunächst über Malzagar. Auf derartigen Platten glich sie der Stammrasse außerordentlich in der Färbung, gleichviel, ob sie darauf bei Zimmer-, Optimal- oder noch höherer Temperatur wuchs, sehr im Gegensatz zu dem Schiemannschen proteus, der auf der Agarplatte bei über 30° C genau so scheckig sandfarben bis kaffeebraun aussah, wie mein proteoides auf Nährlösung bei jeder Temperatur. Erst bei genauem Vergleich mit Plattenkulturen der Stammrasse fielen geringe, mehr nach Braun gehende Unterschiede in der Farbe und die geringere Größe der aber sonst genau so dicht gedrängt stehenden Köpfchen (gleichfalls ein Gegensatz zu den zerstreut stehenden bei proteus!) auf. Impfte ich von solchen Platten, selbst wenn sie mehrere Monate alt waren, auf Nährlösung zurück, so erhielt ich sofort die typisch abgeänderte proteusähnliche, scheckige Decken bildende Abänderung zurück. In der letzten Zeit weisen, wie schon bemerkt, alle proteoiden Linien eine viel einheitlichere, meist kaffeebraune Färbung auf, auch auf Nährlösung, ohne daß ein Grund für diese Erscheinung mit einiger Sicherheit anzugeben ist. Doch die Kleinheit der Köpfchen, ihre verminderte Zahl, die langsamere Entwicklung und die Verfarbung der Nährlösung ist erhalten geblieben[1].

[1]) Damit geht, besonders seit die Stämme nicht mehr in Optimaltemperatur wachsen, ein verlangsamtes, fast kümmerliches Wachstum parallel.

Ähnlich tiefbraunes Aussehen besaß die Abänderung auf alkalischem Agar (2 % Agar, 3 % Glukose und 2 ccm ½ n NaOH), auf Schwarzbrot, Zwieback, Kartoffel, Mohrrübe, Weizenmehl, das schwarzbraun verfärbt wurde, und Reisstärke. Auch mehrfache Überimpfung über diese festen Nährböden hob die Konstanz keineswegs auf. Wohl geschah dies, wenn eine erst wenige Generationen konstante Linie der proteoiden Abänderung, wie die Mangankultur J 19 d, die damals erst in der 4. Impfgeneration vorlag, über eines dieser Substrate geschickt wurde, worauf sie mit Ausnahme von Mohrrübe nicht konstant blieb. Nach 10 Generationen hielt sie dagegen die Zwischenkultur auf jeder Art festen Nährbodens aus, ohne Rückschlag zu zeigen.

Auf anderen Nährböden wuchs der proteoides in derselben Art wie für Nährlösung beschrieben, so auf Pflaumensaftgelatine — darauf ziemlich einheitlich kaffeebraun, wie auch die verflüssigte Gelatine sich färbte —, sowie auf Fruchtsäften: Apfelsinen-, Dattel- und Himbeersaft. Bei Rückimpfung auf normale Nährlösung wurde stets die proteusähnliche Form in allen ihren Eigenschaften unverändert zurückerhalten.

Noch weniger wurde Rückschlag erzielt durch Anwendung derselben und ähnlicher Gifte, durch deren Zusatz die Veränderung ursprünglich hervorgebracht war. Kupferchlorid, Kaliumbichromat (1 : 1000 und 1 : 500), Manganchlorid (1 : 100 000), Lithiumchlorid, das erst nach mehreren Wochen einen spärlichen Konidienrasen aufkommen ließ, Narkotika wie Chloralhydrat, Äther und Chloroform (Kultur unter der Glasglocke in den beiden letzten Fällen!) ließen weder bei Zimmer-, bei Optimal- oder der Maximaltemperatur nahe gelegenen Temperaturen, noch nach Einwirkung in mehreren aufeinanderfolgenden Impfgenerationen Rückschlag zur Stammrasse eintreten. Die Deszendenz war und blieb konstant.

Man kann aus all diesen letzterwähnten Versuchen keinen andern Schluß ziehen, als daß es noch weit weniger aussichtsreich ist, zwangsweise die Stammrasse aus der konstant abgeänderten zurückzugewinnen, als umgekehrt, und daß es nur bei solchen Linien durch Übergang über feste Nährböden mit einiger Sicherheit gelingt, die erst wenige Generationen existieren.

h) Weitere Versuche über die Bedingungen für die Entstehung der proteusähnlichen Abänderung.

Da es nach den Angaben Sautons (1910) nicht ausgeschlossen war, daß es sich bei meiner Form um eine Kümmerform und zwar um eine nicht durch Gifteinfluß, Temperaturerhöhung usw., sondern durch Eisenmangel hervorgerufene handelt, obwohl dagegen das Auftreten heller Köpfchen gerade auch in Kulturen mit Eisenchloridzusatz sprach, wurden 10 Kulturen der Bleinitratlinie J 16 c_1 (b), sowie ebenso vielen der Manganlinie J 19 b je 0,01 % Eisenchlorid zugesetzt, und die eine Hälfte der Kulturen bei Zimmertemperatur,

die andere Hälfte bei 35° C gehalten. Bei beiden Reihen konnte aber nur ein erheblich verlangsamtes Wachstum gegenüber gleich behandelten Kontrollkulturen der Stammrasse festgestellt werden, dagegen kein Auftreten schwarzbrauner Köpfchen. Man hat also kein Recht, in dem Falle der proteusähnlichen Form von der Selektion einer Kümmervariante, die durch Eisenmangel bedingt sei, zu sprechen.

Weiter gibt Wehmer (1913) an, daß Aspergillus niger auf schwach alkalischer Nährlösung hellbraun abgeändert würde, ohne etwas über eine ev. Konstanz zu erwähnen. Da nun die Nährlösung meiner proteusähnlichen Abänderung nicht wie die der Stammrasse sauer, sondern meist alkalisch, selten neutral reagierte, mußte wenigstens in einigen Versuchen mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß durch Giftzusatz oder Konzentrationsänderung, die wohl auch bei den Hitzekulturen anzunehmen ist, die Nährlösung nicht mehr wie gewöhnlich ganz schwach sauer, sondern alkalisch reagierte, und dies der eigentliche Grund des Auftretens der hellen Köpfchen sei. Deshalb impfte ich die Stammrasse in Kölbchen mit Nährlösung, die durch Zusatz von Ammoniaklösung in 10 verschiedenen Verdünnungsgraden schwach alkalisch gemacht war. Aber in keinem erschienen die erhofften hellen Köpfchen. Die Ursache für ihr Erscheinen kann also wohl nicht in der ursprünglichen Alkalität der Nährlösung liegen. Stärkere Alkalitätsgrade verhindern die Keimung, weshalb auch bei Einzellkulturen der proteusähnlichen Form die Sporen bei Selbstaussaat auf die gebrauchte Nährlösung in einem bestimmten Alter der Kulturen, wenn eben die Nährlösung stärker alkalisch wird, nicht mehr auskeimen. Überträgt man sie aber auf frische Nährlösung, so keimen sie sofort; die Keimkraft ist nicht verloren gegangen.

Auch die Vermutung, daß Bakterien an der Veränderung der Stammrasse schuld seien, bestätigte sich nicht. Wurden die Keimmycelien vor dem Reifwerden der Sporen mit der Platinnadel aus der Nährlösung entfernt, so blieb die Flüssigkeit beim Stehenlassen der Kölbchen im Wärmeschrank bei 37° C vollständig klar; nur besaßen die Kölbchen, in denen die veränderte Form gewachsen war, etwas gelblich verfärbte, im Laufe einiger Tage noch etwas nachdunkelnde Lösung. Mit ihr bestrichene Agarplatten blieben bei sorgfältigem Verschluß sowohl im Impfkasten bei Zimmertemperatur aufbewahrt, als auch im Wärmeschrank bei 37° C absolut steril. Bakterien dürften danach bei der Entstehung dieser Veränderung keine Rolle spielen; denn auch, wenn auf Agar gekeimte Sporen oder Mycelstücke einer größeren Plattenkolonie der proteoiden Form in Nährlösung übertragen wurden, kamen darin keine Bakterien zur Entwicklung, trotz der für ihr Gedeihen günstigen, von dem Pilz selbst hervorgebrachten Alkalität der Nährlösung.

II. Verhalten eines anderen Aspergillus niger-Stammes gegenüber den gleichen abändernden Faktoren.

Es war schließlich von Interesse, einige der Abänderung erzeugenden Bedingungen an einem Stamm anderer Herkunft zu

erproben, um es sicherer zu machen, daß diese Faktoren wirklich als abändernde zu bewerten seien. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen Herrn Prof. Wehmers kam ich in den Besitz eines niger-Stammes, der, wie aus Tabelle IV der Schiemann'schen Arbeit (1912, S. 24) hervorgeht, andere morphologische Eigentümlichkeiten zeigte, wovon ich mich auch selbst überzeugte. Er unterschied sich auch noch dadurch auffällig von dem Schiemann'schen Stamm, daß er sowohl auf der Agarplatte als auch im Kölbchen meist mit weißem, steril bleibendem Luftmycel überwucherte, das die Kulturen wie Spinnweb überzog und sie bald unansehnlich machte.

Nach neunmonatiger Fortzucht im Röhrchen legte ich von einer Einzellkultur Vielzell-Kölbchenkulturen an, die ich zunächst durch mehrere Generationen verfolgte, ehe ich den Stamm durch Gift und Konzentrationsänderung zu beeinflussen suchte. Da es sich nur um Stichproben handeln sollte, wandte ich zunächst $CuCl_2$ 1 : 4000, sowie doppelt konzentrierte Nährlösung an. Der Erfolg war in beiden Fällen der gleiche. Helle Köpfchen erschienen in Menge, und die Nährlösung war schwarzbraun verfärbt. Es war also die proteusähnliche Form entstanden. Beide Kulturen sind bisher, die eine in 20, die andere in 14 Generationen, konstant geblieben. Das Hauptmerkmal der Stammrasse, die Ausbildung spinnwebartigen Luftmycels ist zwar erhalten, tritt aber nicht in allen Generationen auf. Auch hier bringt Überimpfen über Agarplatten keinen Rückschlag hervor, obwohl darauf die abgeänderte der Stammrasse sehr ähnlich sieht und niemals helle Köpfchen erscheinen läßt.

Weil ich zufällig in diesen beiden Fällen zu der von vornherein konstanten proteoiden Abänderung gelangt war, und es so scheinen konnte, als änderte dieser Wehmersche Stamm besonders leicht ab, machte ich weitere Versuche mit noch anderen Giften, so mit Kupfersulfat, Bleinitrat und Manganchlorid, in der gleichen Weise wie bei den vorher beschriebenen Versuchen. Bei Kupfersulfat traten keine hellen Köpfchen auf; bei Bleinitrat hatten 1 : 2000 und 1 : 40 000 reichlich helle Köpfchen, schlugen aber nach 2, resp. 3 Generationen zur Stammrasse zurück. Nur Manganchlorid brachte die proteusähnliche Form sowohl in der Konzentration 1 : 2000, als in der Konzentration 1 : 100 000 als konstant bleibend (10 Generationen verfolgt) hervor.

Das wichtigste an diesen Versuchen ist, daß auch ein anderer Stamm im gleichen Sinne sich abändern ließ, ohne dabei seine spezifischen Merkmale gegenüber einem von anderer Herkunft verloren zu haben. Nebenher scheint es, als wäre dieser Stamm sogar ein günstigeres Objekt für derartige Versuche. Vielleicht lassen sich auch noch leichter

abzuändernde bei der großen Zahl der allenthalben in den Laboratorien gezüchteten niger-Stämme finden[1].

3. Die fuscusähnliche Abänderung.

Abgesehen von dieser proteusähnlichen Abänderung entdeckte ich, erst im Frühjahr 1915, gelegentlich der Herstellung von Einzellkulturen, eine weitere, die ich als fuscusähnliche bezeichnen möchte, da sie mit Aspergillus fuscus Schiemann ziemlich weitgehend übereinstimmt, sogar mehr als die proteusähnliche mit proteus.

Gelegentlich einer Plattenreihe, die von der 5., zurückgeschlagenen Impfgeneration der in 4 Generationen konstant gebliebenen Kultur 5 von Tabelle 5 (ihrerseits einer Einzellkultur vom Aussehen der Stammrasse) angelegt worden war, entwickelten sich auf einer Platte unter 4 Kolonien drei mit rein hellbraunen Köpfchen, auf einer anderen unter 7 eine solche und auf allen anderen (8) Platten nur rein schwarzbraune. Alle diese Platten, die von einem einzigen schwarzbraunen Köpfchen durch Schütteln der Sporen in flüssigem Agar (100 ccm) und Ausgießen des letzteren in 10 Petrischalen erhalten waren, entstammten demselben Malzagarvorrat, der schon seit Wochen zum Plattengießen für die Stammrasse gedient hatte, ohne daß jemals ein helles Köpfchen darauf zu entdecken gewesen wäre.

Da ich sofort eine Infektion mit Aspergillus fuscus argwöhnte, obgleich die Kolonien mit den hellbraunen Köpfchen nur sehr langsam sich entwickelten nnd auch von etwas anderer Färbung zu sein schienen, legte ich sofort Einzell- und Vielzellkulturen von verschiedenen dieser Kolonien, gleichzeitig jedoch auch von Aspergillus fuscus und Aspergillus ochraceus, die sich oftmals in der Farbe gleichen, an. Während aber die Kölbchenkulturen der beiden letztgenannten Rassen bei 35° C schon am 3. Tage geschlossene Konidiendecken besaßen, war dies bei denen der neuen hellbraunen Abänderung nicht der Fall. Erst nach 5—8 Tagen setzte langsam die Köpfchenbildung ein, und färbte sich die Nährlösung der fuscusähnlichen Form über Rötlichbraun bis tief Schwarzbraun, während die der fuscus- und der ochraceus-Kulturen unverfärbt blieb.

Die Konidien dieser Linie J I waren auf Nährlösung genau so gefärbt, wie die der proteusähnlichen bei ihrem ersten Auftreten, nur sind die Köpfchen größer. Zum Unterschied von dieser blieb aber die Deszendenz der Linie J I auch auf Agar rein hellbraun. Auf Platten wie auf Nährlösung war J I vom ersten Augenblick der Entstehung an in der Gesamtheit aller ihrer Köpfchen einheitlich in der neuen Art abgeändert. Ihre späteren Generationen wuchsen auf Agar etwas schneller, aber immer noch langsamer als fuscus und ochraceus, die während anderthalbjähriger Kultur auf Agar stets mit der gleichen

[1]) Leider ist die einzige, nach Abschluß der Arbeit weiter kultivierte proteoide Linie des Wehmerschen Stammes in der 20. Generation zur Stammrasse zurückgeschlagen.

Geschwindigkeit sich entwickelten. Auf Nährlösung nahm die Schnelligkeit des Wachstums von fuscoides dauernd ab, und zwar innerhalb einiger weniger Generationen, nicht erst nach langer Zeit der Kultur. Trotz reichlich entwickelten Mycels traten die Konidienköpfchen von Generation zu Generation später auf, obwohl die Decken schließlich ganz von hellen Köpfchen bedeckt waren. Um zu finden, was daran schuld sei, setzte ich der Nährlösung in einem Fall 0,1 % Eisenchlorid, in einem anderen 1 Tropfen 1/10 n Salzsäure, in einem dritten eine Spur Phosphorsäure zu, in zwei anderen Fällen verdoppelte ich den Kaliumphosphat-, bzw. den Magnesiumsulfatgehalt. Nur der Eisenchloridzusatz und der erhöhte Kaliumphosphatgehalt hatten die gewünschte Wirkung, nämlich die, daß schon nach 2 Tagen geschlossene Konidiendecken vorhanden waren, wie sonst kaum nach 8—10 Tagen. Alle anderen Nährlösungsänderungen hinderten zwar weder Mycel-, noch Konidienentwicklung, beschleunigten sie aber nicht. Seitdem kultivierte ich die J I-Linie, sowie alle anderen noch erhaltenen fuscoides-Linien, die sämtlich dieselbe Eigenschaft der verspäteten Fruktifikation auf gewöhnlicher Aspergillus-Nährlösung aufwiesen, auf Nährlösung + 0,1 % Eisenchloridlösung. Die J I-Linie liegt zurzeit in der 16. Generation vor. Wegen der völligen Übereinstimmung der Deszendenz verschiedener Agarplattenkolonien derselben oben beschriebenen Reihe, schied ich alle bis auf diese 16 Generationen hindurch verfolgte aus.

Da die neue Form auf dem Wege des Plattengießverfahrens gewonnen war, wandte ich nun dieselbe Methode teils auf die Stammrasse, teils auf andere noch vorhandene Einzellkulturen zurückgeschlagener, ursprünglich proteusähnlicher Linien an, in der Meinung, daß wahrscheinlich zu hohe Temperatur des Agars für das Auftreten der fuscoides-Form verantwortlich zu machen sei; denn nur wenn wenige Sporen von den zahllosen eines Köpfchens keimten und wenige Kolonien auf den Agarplatten entstanden, waren fuscusähnliche dazwischen. Von etwa 20 Kulturen verschiedener Herkunft goß ich je 4 Platten, immer unter Anwendung etwas höherer als der üblichen Temperatur beim Beimpfen (ca. 50° anstatt ca. 40° C). Aber nur bei der Kultur 15 von Tabelle 5 hatte ich wie bei der Kultur 5 Erfolg. Auf der ersten Platte (**a**) entwickelten sich 21 Kolonien, darunter 4 mit rein hellbraunen Köpfchen, wie vorher langsamer als die übrigen schwarzbraunen. Die zweite Platte (**b**) besaß unter 25 keine abgeänderte Kolonie. Unter den 8 Kolonien der 3. Platte (**c**) war eine mit besonders kleinen hellbraunen Köpfchen. Auf der 4. Platte (**d**) endlich erschien unter 18 Kolonien eine mausgraue.

Von den hellen kleinen Köpfchen der Kolonie von Platte **c** wurde auf Nährlösung abgeimpft und die Kultur als J II bezeichnet. Diese Impfgeneration besaß überwiegend hellbraune Köpfchen. Die dunklen, die für sich konstant die Stammrasse lieferten, waren jedoch sicher nur durch das unvermeidliche Mitübertragen einer Spore eines nebenstehenden schwarzen Köpfchens dazwischen geraten; denn sie traten in den folgenden Impfgenerationen, bis zur vorliegenden 14. nicht wieder auf.

Einzell- wie Vielzellkulturen der Platte **b** gaben sämtlich die unveränderte Stammrasse.

Von 3 der hellbraunen Kolonien auf **a** wurden gleichfalls Vielzell- und Einzellkulturen angelegt, J III—J IV. Die Linien J III und J IV waren von Anfang an, auf Nährlösung abgeimpft, jetzt in 15 Impfgenerationen, sowohl als Einzell- wie als Vielzellkulturen, konstant. Die Linie J V besaß, in der 2. Generation, als Vielzellkultur abgeimpft, eine sehr große Zahl schwarzbrauner Köpfchen, die in den folgenden 3 Generationen, auch bei Anlage zahlreicher Parallelkulturen, nicht schwinden wollten, trotz sorgfältigsten Abimpfens von hellen Köpfchen. Einzellkulturen, von verschiedenen dieser Parallelkulturen herrührend, zeigten dasselbe Bild. Zuerst erschienen auf der sonst noch sterilen Decke an verschiedenen Stellen Trupps von schwarzbraunen Köpfchen, ehe das übrige Mycel sich mit hellbraunen Konidien bedeckte. Ebenso gaben Einzellkulturen schwarzbrauner Köpfchen Decken schwarzbrauner Konidien, in denen aber doch einige wenige helle Köpfchen sichtbar wurden, so daß die Decken denselben Eindruck machten wie diejenigen, in denen die proteoide Abänderung auftrat. Erneut von den hellen Köpfchen angelegte Einzellkulturen schlugen sämtlich zur Stammrasse zurück.

Von der 5. Generation an ist die Kultur J V dann als Vielzell- und Einzellkultur konstant hellbraun geblieben, ohne in 21 Generationen je wieder schwarzbraune Köpfchen gezeigt zu haben.

Von den grauen Köpfchen der Platte **d** erhielt ich die proteusähnliche Abänderung, aber nur in 3 Generationen konstant. Eine Parallelkultur (Einzellkultur) ist 12 Generationen konstant geblieben, um in der 13. zurückzuschlagen[1]. Noch bei anderen Versuchen erhielt ich die fuscusähnliche Abänderung. Gelegentlich der Wiederholung der früher erwähnten Bleinitratversuche, bei der ich Bleinitrat in den 8 verschiedenen Verdünnungsgraden mit konzentrierter Nährlösung kombinierte und beides gleichzeitig auf die keimenden Sporen der Stammrasse einwirken ließ, um sie dann isoliert in gewöhnliche Nährlösung zu übertragen und darin weiter wachsen zu lassen, erhielt ich bei allen Konzentrationen sehr langsam sich entwickelnde Decken sandfarben bis hellbraun gefärbter Köpfchen. Die Nährlösung färbte sich langsam dunkelbraun. Die noch sterilen Mycelien hoben sich aus der Nährlösung empor und bildeten ganz abenteuerliche Gestalten. Die Kontrollkultur, die nur dem vorübergehenden Einfluß der konzentrierten Nährlösung ausgesetzt war, bedeckte sich schnell homogen mit schwarzbraunen Köpfchen und zeigte in ihrem ganzen Verhalten nichts Absonderliches. Ich konnte nicht alle diese hellköpfigen Kulturen auf Konstanz prüfen, aber die, deren Konstanz verfolgt wurde, J 16 a_1 (**a**), J 16 d_1 (**a**) und J 16 e_1 (**a**) sind bis heute nicht zurückgeschlagen (12—14 Generationen). Nie war auch nur ein schwarzes Köpfchen unter den hellbraunen. Auf Agar sind alle gleichfalls hellbraun.

Durch Kombinationen anderer Gifte ($CuSO_4$ und $HgCl_2$) mit konzentrierter Nährlösung habe ich die fuscusähnliche Abänderung nicht erhalten können, bei dauerndem Einfluß von Bleinitrat und konzentrierter Nährlösung nur die proteusähnliche.

[1]) Nach Abschluß der Arbeit ist diese Kultur in der 14. und 15. Generation wieder typisch proteoid abgeändert gewesen.

Was die fuscusähnliche Form am deutlichsten von der proteoiden unterscheidet, ist die Art ihrer Entstehung und ihres Auftretens: Die Abänderung umfaßt sofort bei ihrem ersten Auftreten sämtliche Köpfchen des aus einer Spore sich entwickelnden Mycels. Sie ist konstant, ohne bisher Neigung zu Rückschlag gezeigt zu haben. Nur in dem Fall J V, wo an dem Mycel einer Spore, wie mehrfach beobachtet wurde, unabgeänderte und abgeänderte Köpfchen nebeneinander entstehen, wurde trotz Ausgehens von hellen Sporen erst im Laufe einiger Generationen der Zustand erreicht, der für die anderen fuscoides-Linien von vornherein charakteristisch war.

4. Morphologische Charakteristik der proteoiden und der fuscoiden Abänderung.

a) Allgemeine Charakteristik.

1. proteoide Form.

Von der Stammrasse unterscheidet sich die proteusähnliche Abänderung zunächst hinsichtlich der Größe der Köpfchen. Da bedeutend weniger Sporen abgeschnürt werden, besitzen sie geringeren Durchmesser. Das Größenverhältnis ist 3 : 1 bis 7 : 1. Doch sind zwischen einer überwiegenden Zahl solcher kleinen, stets solche von fast gleicher Größe wie der der Stammrasse (100 bis 350 μ), besonders am Rande der Decke, zu finden. Im Alter, d. h. in dem Stadium, wo die Nährlösung tief schwarzbraun verfärbt ist, ist die Blase mitsamt dem oberen Teil des Konidienträgers rotbraun verfärbt, so daß sie sich im mikroskopischen Bilde scharf von den hell bleibenden Sterigmen abhebt, ganz im Gegensatz zu dem typischen Aspergillus niger, wo sich vor allem die Sterigmen verfärben.

Nach meinen Messungen gleich alter Konidienköpfchen der Stammrasse und der proteusähnlichen Form ist die Blase der letzteren größer als bei der ersteren. Achtundvierzig Stunden alte Köpfchen von Aspergillus niger besaßen Blasen von durchschnittlich 19 bis 22 μ Breite (vgl. Schiemann 50 μ!), während sie bei eben so alten proteoiden Köpfchen 30 bis 36 μ maß. Dagegen sind die Konidienträger gewöhnlich etwas dünner, 7 bis 12 μ gegenüber 11 bis 18 μ.

Die Mehrzahl der Köpfchen besitzt, soweit es sich um Nährlösungskulturen handelt, nur primäre Sterigmen, die als Schopf auf dem Wirbel der Blase angeordnet sind. Sehr oft ist die letztere kolbig oder gar kugelrund und wächst zu neuen Blasen oder ganzen Konidienträgern aus, so daß die merkwürdigsten Mißbildungen und kompliziertesten zymösen Verzweigungen dabei zustande kommen. Es ist auch keine Seltenheit, daß die Sterigmen ohne Vermittlung einer eigentlichen Blase dem kolbig verdickten Trägerende unvermittelt aufsitzen. Ebenso kommen aber völlig normal gebaute Köpfchen vor. Die sekundären Sterigmen sind, wo sie ausgebildet werden, selten mehr als 3 oder 4 an der Zahl, meist nur 1 oder 2. Die normal entwickelten primären Konidien messen 12 bis 15 $\mu \times 5\ \mu$, die sekundären 4 bis 5 $\mu \times$ 2 bis 3 μ.

Während die reifen Sporen der Stammrasse eine dicke, mit dunklen Pigmentwarzen und -höckern besetzte Sporenhaut besitzen, dagegen nur die unreifen jüngsten Sporen pigmentfrei sind, ist die Sporenhaut bei der proteusähnlichen Form hellbraun durchsichtig, kaum mit wenigen flachen Pigmenthöckern besetzt. Reichlicher pigmentierte Sporen kommen allerdings in wechselnder Menge an jedem Köpfchen vor, worauf wohl das Scheckige der proteoiden Kulturen zurückzuführen ist. An Größe stehen die Konidien denen der Stammrasse nicht nach (3 bis 4 μ Durchmesser). Beim Abimpfen der Sporen auf Nährlösung ist der Farbunterschied besonders auffällig sichtbar. Während die schwarzbraunen der Stammrasse beim Ausschwenken der Platinöse stets zusammenhaften und sich als dunkler Fleck von der Nährlösung abheben, verteilen sich die hellen Sporen der proteoiden Form sofort über die Oberfläche und sind nicht sichtbar. Nur ein feiner irisierender Schimmer ist zu bemerken, als wenn den Sporen eine ölartige Substanz anhaftete, die sich bei der Übertragung in Nährlösung darauf ausbreitet. Eine zurückgeschlagene Kultur kann man dagegen schon äußerlich daran erkennen, daß man die abgeimpften Sporen auf der Nährlösung wieder sieht, und daß das irisierende Häutchen fehlt.

Schon die gleichaltrigen Myeelien unterscheiden sich deutlich von solchen der Stammrasse durch die schwächere Verzweigung der einzelnen Mycelfäden, was auch makroskopisch

in die Augen fällt. Nach 24 Stunden hebt sich das normale niger-Mycel knopfartig weiß vom Nährboden ab, dagegen ist das proteoides-Mycel in diesem Alter noch schleierartig, kaum erkennbar. Art der Verzweigung und Dicke der Mycelfäden stimmen dabei überein, nur die Zahl der von der keimenden Spore gebildeten Keimschläuche ist erheblich geringer. Dem schwächeren Wachstum entspricht das längere Sterilbleiben der Mycelien. Nach etwa 8 bis 14 Tagen treten aus den Konidienträgern schwarzbraune Tröpfchen aus, und Nährlösung wie Mycelunterseite verfärben sich allmählich ebenso.

Die Stammrasse gedeiht auf Nährlösung am besten bei 35° C, doch auch bei 37 bis 38° C kommt sie gut fort, ohne daß die Myceldecke sich krümmt und aus der Nährlösung hinaushebt. Anders verhält sich die proteoide Abänderung. Obwohl auch noch bei 37° C der proteoides zu gedeihen vermag, liegt doch das Optimum erheblich tiefer, bei 30 bis 33° C. Auch das Maximum liegt tiefer als für die Stammrasse, etwa bei 42° gegenüber 48 bis 50° C (für die Fruktifikation!). Übrigens ist es schwierig, die Kardinalpunkte für das Gedeihen auf Nährlösung irgendwie sicher festzustellen, da ich fand, daß selbst ein und dieselbe Linie zu verschiedenen Zeiten sich recht wesentlich anders verhielt, so daß die Angaben keine große Bedeutung haben.

Auffällig ist noch ein physiologisches Moment, bestehend in einem scheinbar größeren Sauerstoffbedürfnis der abgeänderten Rasse. Als ich junge Mycelien von ihr sowohl, als von der Stammrasse bis zur Köpfchenbildung im hängenden Tropfen einer mit Vaselin abgedichteten feuchten Kammer wachsen ließ, lieferten alle Mycelien der Stammrasse Köpfchen von normaler Größe, die der proteoiden Form dagegen zwar ebenso reichlich, aber winzigste sporenarme und fast unpigmentierte Köpfchen von nur $^1/_7$ des sonst gemessenen Durchmessers. Drehte ich aber das Deckglas um und ließ in einer großen feuchten Kammer weiter wachsen, so zeigten sich sehr bald Köpfchen von gewöhnlicher proteoides-Größe. Zugleich ist die Empfindlichkeit gegen Gifte dem unveränderten niger gegenüber gesteigert. Die oben genannten Gifte, die dieser mit wenigen Ausnahmen (z. B. Sublimat) in der Konzentration 1 : 1000 ohne Schaden vortrug, hinderten die Entwicklung des proteoides erheblich.

Der Wehmersche niger-Stamm unterschied sich von dem Schiemannschen außer durch die erwähnte häufige Ausbildung schleierartigen Luftmycels durch die größere Breite der Konidienträger, die 15—18 μ beträgt, sowie der bedeutenderen Dimensionen von Blase und primären, wie sekundären Sterigmen. Diese dickeren Konidienträger besitzt auch die proteoide Form dieser Rasse, wodurch sie mikroskopisch von proteoides-Linien anderer Abstammung rasch zu unterscheiden ist. Die primären Sterigmen sind hier 11—19×3,6 μ, die sekundären, die meist vorhanden sind, 5—7×3—5 μ groß. Die übrigen Eigenschaften dieser abgeänderten Form decken sich mit dem, was für den ersten proteoides galt.

Ehe ich von weiteren Unterschieden gegenüber der Stammrasse zu berichten haben werde, bedarf es noch einer Begründung, weshalb hier von proteoides, anstatt von proteus die Rede ist. Vor allem konnte ich für meinen proteoides eine derartige Abhängigkeit der Köpfchenfarbe von der Temperatur, wie sie von Schiemann für proteus beschrieben wurde, niemals feststellen. Ich fand im Gegenteil, daß mein proteoides von der Temperatur hinsichtlich seiner Deckenfarbe ganz unabhängig ist. Auch sah ich ihn auf festem Nährsubstrat niemals hellfarbig fruktifizieren, obwohl ich einen Agarnährboden zur Kultur verwandte, wie ihn Schiemann gleichfalls benutzte. Noch weniger konnte ich irgendeine gesetzmäßige Abhängigkeit des Rückschlagens von dem Alter der Kulturen auffinden.

Andererseits sind trotz einiger morphologischer, vielleicht weniger schwer in die Wagschale fallender Verschiedenheiten Ähnlichkeiten doch vorhanden. Auch proteus verfärbt die Nährlösung manchmal, freilich selten, schwarzbraun, auch bei ihm ist das Mycel dünnhäutig und in der Entwicklung gegenüber der Stammrasse stark verlangsamt, die Mehrzahl der Köpfchen klein und schlecht entwickelt, sind die Decken uneinheitlich gefärbt. Freilich war es mir, schon allein wegen Platzmangels nicht möglich, den proteus z. B. auf Nährlösung genau so eingehend zu verfolgen, wie meinen proteoides. Ich muß mich daher auf diese Angaben beschränken.

2. Fuscoide Form.

Die Konidiendecken dieser Abänderung sind auf Nährlösung rötlichbraun, im Alter fast violettrötlichbraun gefärbt. Die Nährlösung nimmt die gleiche rötlichgoldbraune, später mehr schwärzlichbraune Färbung an wie bei der proteusähnlichen

Abänderung. Morphologisch unterscheidet sie sich jedoch nur dadurch von Asp. niger, daß alle Konidien der Köpfchen schwächer pigmentiert sind. Alle Ausmaße von Konidienträgern und Mycelfäden dagegen sind genau die gleichen wie bei der Stammrasse.

Näher noch als proteus und proteoides scheinen sich auf den ersten Blick fuscus (auch nach meinen Befunden) und fuscoides zu stehen. Abgesehen von der Verfärbung der Nährlösung, die fuscus abgeht, und der rötlichbraunen anstatt umbrabraunen Deckenfarbe ist der Hauptunterschied gegenüber fuscus nur in dem Eisenhunger zu suchen, der jenem gänzlich mangelt. Seit mehr als 30 Generationen ($1\frac{1}{2}$ Jahr) fruktifizierte fuscus rasch und üppig auf Nährlösung bei 35^0 C, genau wie die Stammrasse, ohne je eine Spur von Eisenzusatz, während fuscoides ohne diesen kümmerlich wuchs und auf die Dauer nicht zu gedeihen vermochte.

b) Zytologische Befunde.

Sie vor allem hielten mich davon ab, proteoides mit proteus und fuscoides mit fuscus zu identifizieren.

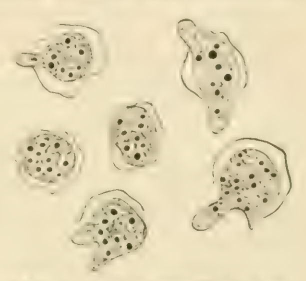
Burgeff (1912) suchte die Variantenbildung bei Phycomyces nitens durch die Annahme der Heterokaryose zu erklären, wobei die Kerne verschiedenartig und verschiedenwertig gedacht sind. Es erschien mir daher wünschenswert, meine Aspergillusformen auch zytologisch zu untersuchen, um festzustellen, ob eine solche Möglichkeit auch bei ihnen angenommen werden kann.

Das Verfahren wurde denkbar einfach gestaltet:

Mittelst eines Glasstabes wurden Objektträger, wie photographische Platten, mit einer feinen Malzagarhaut von wenigen μ Dicke überzogen, indem ein Tropfen Agar auf den Objektträger getropft und mit dem Glasstabe ausgerollt wurde. In dem noch flüssigen Agar wird mit der Impfnadel etwas Sporenmaterial verteilt, möglichst so, daß die Sporen vereinzelt zu liegen kommen. Im Thermostaten läßt man darauf, nachdem man die Objektträger in die feuchte Kammer gebracht hat, keimen. In Zwischenräumen von 20 Minuten, $\frac{1}{2}$ Stunde oder länger untersucht man mikroskopisch, wie weit die Keimung fortgeschritten ist und fixiert die einzelnen Stadien durch Eintragen der Objektträger in $^1/_{10}$ Mittelflemming, in der sie 24 Stunden bleiben. Bei Optimaltemperatur setzt die Keimung in 3—7 Stunden ein und schreitet dann rasch vorwärts, so daß man in wenigen Stunden alle in Frage kommenden Entwicklungsstadien erhält. Aus der Fixierungsküvette gelangen die Objektträger 2 Stunden in fließendes Wasser, werden 6—8 Stunden in 2 proz. Wasserstoffsuperoxyd gebleicht und in 2 proz. Eisenalaunlösung übergeführt, worin sie

längere Zeit bleiben können. Nach raschem Abspülen in 3—4 mal gewechseltem Wasser bringt man sie in Hämatoxylin, worin sie 2—4 Stunden gelassen werden. Dann differenziert man in 2—4 proz. Eisenalaun unter Kontrolle bei starker, 1200—1500facher Vergrößerung. Die Differenzierung muß so lange fortgesetzt werden, bis sich der Agar vollständig entfärbt hat und in den Keimschläuchen nur noch die Kerne deutlich gefärbt erscheinen. Bei ruhenden Kernen geschieht das eher, als bei in Teilung begriffenen. Versuche mit Eosin-Lichtgrün (Sieben 1912) gaben gleichfalls gute Augenblicksbilder, verblaßten aber zu schnell. Eisenhämatoxylin lieferte dagegen stets dauerhafte Präparate, wie gewöhnlich. Nachdem die Objektträger dann durch viertelstündiges Spülen in fließendem Wasser von dem überschüssigen Beizmittel befreit worden sind, wird durch Alkohol, Nelkenöl und Xylol in der üblichen Weise in Kanadabalsam übergeführt. Das feine Agarhäutchen, in dem die gekeimten Sporen eingebettet liegen, stört bei der mikroskopischen Betrachtung nicht.

An den gekeimten Konidien der Stammrasse läßt sich nun Folgendes feststellen: Vor dem Austreiben des Keimschlauches schwillt die Spore bedeutend an, so daß der Durchmesser der gekeimten Konidie etwa das Fünffache der ungekeimten beträgt. Ursprünglich besitzt sie nur einen Kern. Während der Quellung teilt sich dieser rasch in 2, 4, 6 bis 10 oder noch mehr, ehe der Keimschlauch sich ausstülpt. Das achtkernige Stadium ist das häufigste vor der Keimschlauchbildung (Abb. 2). Stülpt sich der Keimschlauch aus, so wandert nicht gleich einer der Kerne hinein, vielmehr ist er zuerst kernlos (Abb. 2), und ebenso wächst die Spitze kernlos weiter, falls es sich nicht um einen angelegten Konidienträger handelt, in dessen Ende sich die Kerne häufen. Die Keimungsbilder der beiden untersuchten niger-Stämme, des Schiemannschen und des Wehmerschen, weichen trotz auffälliger morphologischer Verschiedenheiten (breiterer Konidienträger, Sekundärmycel!) nicht im geringsten voneinander ab.


Abb. 2. Asp. niger. Schiem.-Rasse, normal. 1125:1.

Während nun für die Sporen der Stammrasse das achtkernige Stadium vor der Ausbildung eines Keimschlauches das Normale ist, das 4-Kernstadium etwas Seltenes, mehr als acht Kerne aber sehr häufig sind, keimen die Sporen der proteusähnlichen Abänderung in der Regel schon, wenn sie erst auf dem 2-Kern-

stadium angelangt sind (Abb. 3), häufig sogar, wenn sie nur erst einen Kern besitzen (Abb. 4), etwas, was bei Aspergillus niger, wie mir scheint, normalerweise niemals vorkommt. Das 4-Kernstadium wird bei den keimenden Sporen der proteoiden Form eben so selten erreicht, wie es bei denen der Stammrasse dabei bleibt, ehe der Keimschlauch austreibt. Die Zellen der ausgewachsenen Hyphen von Asp. niger sind, wie man bereits leicht an lebendem Material feststellen kann, vielkernig und

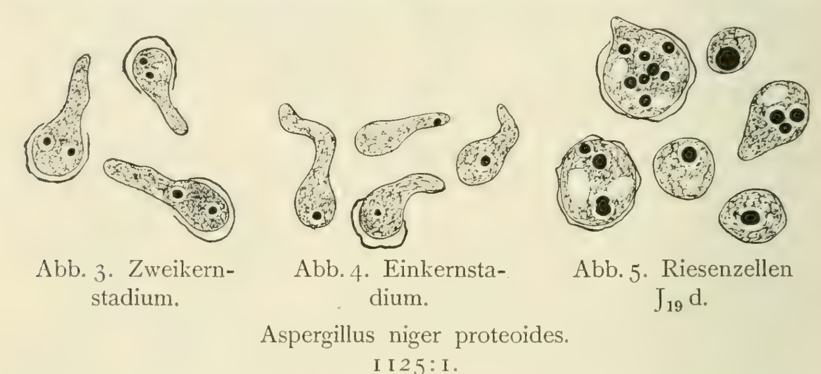


Abb. 3. Zweikernstadium. Abb. 4. Einkernstadium. Abb. 5. Riesenzellen J_{19} d.

Aspergillus niger proteoides.
1125:1.

enthalten mindestens acht Kerne verschiedener Größe, meist jedoch viel mehr. Die Hyphenzellen der proteusähnlichen Abänderung sind gewöhnlich nur vierkernig. Übrigens bestehen ziemlich weitgehende Verschiedenheiten zwischen den abgeänderten Linien verschiedener Entstehungsart. So wachsen sich z. B. die Konidien der Manganlinie J_{19} d zu Riesenzellen aus, die vor dem Austreiben des Keimschlauches auf das Dreifache des gewöhnlichen Umfangs anschwellen können, gleichfalls aber in der Mehrzahl auf dem 2- bis 4-Kernstadium auskeimen, obwohl hier auch das 8-Kernstadium keine Seltenheit ist. Entsprechend der Zellgröße ist auch die Größe des ruhenden Kernes als riesenhaft zu bezeichnen (Abb. 5).

Andere Linien, z. B. die Bleilinie J_{16} c_1 übertreffen in ihren keimenden Sporen die Stammrasse an Kernzahl ganz bedeutend, indem sie völlig vollgestopft von Kernen erscheinen, deren Zahl erst nach ihrer teilweisen Auswanderung in den Keimschlauch feststellbar ist, da sie außerordentlich klein sind (Abb. 6).

In anderen Fällen ist zwar die Zahl der Kerne gering, aber

zugleich auch ihre Größe. Auch Keimungsbilder von Sporen mit wechselnder und ungerader Kernzahl sind typisch für einige Linien. Und zwar bieten Linien des gleichen Ursprungs, aber von verschiedener zeitlicher Entstehung (z. B. $J_{16}c_1$ und $J_{16}c_1$ (a), bzw. $J_{16}c_1$ (b) für jede von ihnen typische, nicht übereinstimmende Bilder. Ob diese zytologischen Besonderheiten der einzelnen

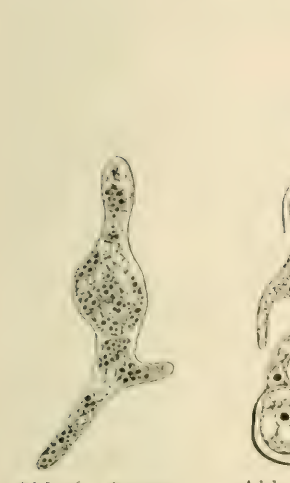


Abb. 6. Asperg. proteoides $J_{16}c_1$. 1125:1.



Abb. 7. Asperg. proteus. Schiem. 1125:1.



Abb. 8. Asperg. cinnamomeus. Schiem. 1125:1.

sonst völlig übereinstimmenden proteoides-Stämme dazu nötigen werden, diese in eine Anzahl verschiedener Formen zu zerspalten, lassen meine nur orientierenden Beobachtungen und ein Vergleich mit anderen Aspergillen noch nicht übersehen: A. glaucus-Stämme von einander sehr abweichendem Aussehen, sowie den gewöhnlichen chromgrünen und den abgeänderten blaugrünen A. flavus konnte ich zytologisch von einander nicht unterscheiden. Andererseits fand ich, daß bei dem Wehmerschen niger-Stamm, dem Schiemann'schen proteus und anderen Aspergillen Keimungstypus und Kernzahl für die einzelnen Arten etwas durchaus Charakteristisches ist.

Der Schiemann'sche proteus ist in seinen Kernverhältnissen der Stammrasse sehr ähnlich, doch ist das 4-Kernstadium vor der Keimschlauchbildung typisch für ihn (Abb. 7).

Zwischen fuscus und fuscoides sind die zytologischen Unterschiede besonders auffällig. Die fuscus-Mutante, mehr übrigens noch die cinnamomeus-Mutante Schiemanns, weichen so außerordentlich ab von dem, was für niger, proteus oder die proteoide Abänderung gilt, daß es, besonders für cinnamomeus, fast fraglich scheint, ob man es hier mit Abänderungen zu tun hat, die mit dem proteus oder dem proteoides zu vergleichen sind. Bei Asp. cinnamomeus z. B. (Abb. 8, s. S. 317) wandert der einzige, sich weiter zunächst nicht teilende Kern aus der Spore in den Keimschlauch,



Abb. 9. Asperg. fuscus. Schiem. 1125:1.

Abb. 10. Asperg. niger fuscoides. 1125:1.

der sich darauf durch eine Wand gegen die leere Spore abschließt. Auch die Struktur des Kernes ist eine andere als bei niger und selbst bei allen anderen von mir untersuchten Aspergillusarten. Während er bei diesen allen ein echter Caryosomkern mit stark sich färbendem Caryosom (vergl. Hartmann 1911) und einer hyalinen Kernsaftzone ist, enthält er bei cinnamomeus mehrere Caryosome und keine hyaline Zone. Auch Asperg. fuscus (Abb. 9) besitzt solche Kerne, ebenso ist er typisch einkernig. Daneben kommen gelegentlich zwei Kerne in einem Keimschlauch vor, von denen dann der eine ein gewöhnlicher Caryosomkern ist.

Die Verhältnisse bei der fuscoiden Form (Abb. 10) dagegen erinnern mehr an die von ochraceus, was die Kleinheit und Menge der Kerne anbetrifft, dagegen gleichen die Kerne in ihrem Aufbau wiederum den typischen niger-Kernen, während die

von ochraceus (Abb. 11) mehr denen von fuscus oder cinnamomeus ähneln.

Zieht man also die Kernverhältnisse der Stammrasse, der Schiemann'schen Mutanten und der von mir erzielten Abänderungen in Betracht, so erkennt man, daß die Abweichungen zytologischer Art zu groß sind, als daß es geraten schiene, die proteusähnliche Abänderung mit dem proteus, die fuscusähnliche mit fuscus zu identifizieren. Es bestehen eben nur gewisse Ähnlichkeiten, selbst Übereinstimmungen. Die Unterschiede sind aber meines Erachtens zu groß, um die einander Ähnelnden unvorbehaltlich einander gleich zu setzen.

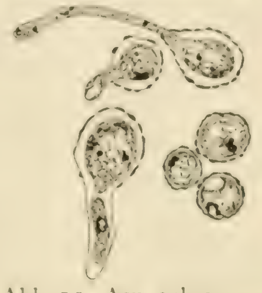


Abb. 11. Asp. ochraceus. 1125:1.

Was die Annahme einer Heterokaryose anbetrifft, so fällt sie angesichts der geschilderten Kernverhältnisse mit ihren immerhin beträchtlichen Verschiedenheiten für Asp. niger von selbst als nicht notwendig in sich zusammen. Es fragt sich vielmehr, ob nicht die Schnelligkeit der Kernteilung und die mikroskopisch erkennbare Abweichung im Aufbau der Kerne weit eher für das Auftreten von Abänderungen in Betracht kommen, als bloße fiktive, nicht nachweisbare Verschiedenwertigkeit von Kernen gleichen Baus.

Abschnitt IV.

Theoretisches.

Durch experimentelle Eingriffe, wie Gifteinfluß, erhöhte Temperatur und Änderungen der Nährlösungskonzentration und -zusammensetzung, also durch Änderung von Lebenslagefaktoren lassen sich in Einzellkulturen von Penicillium glaucum f. H., Aspergillus flavus und Aspergillus niger Abänderungen erzeugen, die bei Zurückversetzung unter Bedingungen, bei denen die Stammrassen unverändert blieben, sich verschieden lange konstant erhalten. Und zwar sieht man sie nicht nur ganz vereinzelt, mehr ausnahmsweise, erst nach längerer Vorbereitung durch Einwirkung auf eine ganze Reihe vorhergehender Kulturgenerationen (vergl. Schiemann 1912), auftreten, sondern außer-

ordentlich häufig, in bemerkenswert großer Zahl und gleich bei erstmaliger Anwendung der Einflüsse.

Bei Penicillium glaucum f. H. sind zwar die Abänderungen meist bei verschiedenen Giften verschieden, ebenso bei Aspergillus flavus, aber nicht an bestimmte Giftkonzentrationen gebunden. Ja bei Aspergillus niger kann, abgesehen von Besonderheiten in den Kernverhältnissen, ein und dieselbe Abänderung unter den verschiedensten Bedingungen (Gift, Temperaturerhöhung usw.) auftreten. Daß selbst kurzdauernder Einfluß, von minimaler Stärke sogar, Abänderung bewirken kann, ist sehr wahrscheinlich gemacht.

Der Art der Entstehung nach lassen sich, ohne Rücksicht auf die Erblichkeitsverhältnisse, zwei Gruppen von Abänderungen unterscheiden, einmal solche, die vom ersten Augenblick des Auftretens an die Gesamtheit aller Sporulationsorgane einer Decke umfassen (die Mehrzahl aller erhaltenen Abänderungen: alle bei Penicillium f. H., bei Aspergillus flavus und die fuscusähnliche bei Aspergillus niger), und solche, die zunächst nur einen, wenn auch gewöhnlich großen Teil der Fruktifikationsorgane ausmachen (einige der Asp. flavus-Abänderungen und die proteusähnliche Form von Asp. niger). Der erstere Fall ist der bei weitem häufigere, während letzterer ziemlich isoliert steht, aber, besonders bei Asp. niger, so oft beobachtet wurde, daß er als selbständiger Typus wohl Beachtung verdient.

Zwischen Penicillium und Aspergillus bestehen insofern noch Unterschiede, als der Ort des Auftretens bei beiden nicht der gleiche zu sein braucht. Während bei Aspergillus stets (einzige Ausnahme die Rhodankaliumkulturen von Asp. flavus) primäre Konidien abgeändert sind, schon weil sekundäre in der Regel nur bei der abgeänderten Rasse (proteoides) und auch da nur verhältnismäßig selten vorzukommen und keine abweichenden Verhältnisse zu zeigen pflegen, tritt die Abänderung bei Penicillium glaucum f. H. oftmals erst bei den sekundären Konidien in Erscheinug. Ebenso kommt es hier vor, daß primäre und sekundäre Konidien verschiedenartig abgeändert sind und beide verschiedene Formen liefern.

Zwischen Inkonstanz und kürzerer oder längerer Konstanz der abgeänderten Typen bestehen alle möglichen Übergänge.

Man kann in bezug auf diese Pilze keineswegs behaupten, daß die beiden Arten der Variabilität, der konstanten und der nicht konstanten, ihrer Art und Entstehung nach grundverschieden (so z. B. Baur 1913 und 1914) und nicht miteinander zu vergleichen seien, wenn auch manchmal die zunächst inkonstanten Typen nicht zur Konstanz gebracht werden konnten.

Gangbare Wege, die inkonstanten in konstante Rassen überzuführen und umgekehrt, trotz äußerlicher Übereinstimmung im Aussehen und in der Art des Auftretens, konnten aber nicht gefunden werden. Wo dies möglich war, beruhte es auf einem Zufall, wie überhaupt die Launenhaftigkeit bei all den beschriebenen Erscheinungen ein charakteristisches Merkmal ist.

Bemerkenswert ist jedoch bei Aspergillus proteoides, daß die Konstanz nur anfänglich meist unvollkommen ist, von Generation zu Generation aber fester wird. —

Eine neu auftretende, durch Änderung der Lebenslage hervorgerufene Form kann sein:

1. inkonstant, sofort zurückschlagend;

2. zunächst mit Neigung zum Rückschlag, spätere Generationen konstant;

3. konstant:

a) nur wenige Generationen;

b) eine größere Anzahl von Generationen;

c) dauernd, das heißt solange wie beobachtet und zwar unter den verschiedensten Kulturbedingungen, selbst bei Zusatz von Giften;

4. umschlagend konstant, nicht bei einer Stufe stehen bleibend, sondern weiter abändernd;

5. intermittierend konstant, mit scheinbar zur Stammrasse zurückschlagenden Zwischengliedern.

Die proteoide Form von Aspergillus niger zeigt besonders deutlich, daß eine und dieselbe Form je nach ihrer Entstehung inkonstant oder konstant sein kann.

Die umschlagenden Abänderungen (4) wurden hauptsächlich bei Penicillium f. H. beobachtet und sind dafür besonders typisch. Worauf dieses Umschlagen der Deckenfarbe beruht, konnte nicht festgestellt werden. Daß Temperatur und Luftfeuchtigkeit bei manchen eine Rolle dabei spielen, ist möglich, obwohl

nicht für alle sehr wahrscheinlich, da die umschlagenden Formen unter den gleichen Bedingungen durchaus nicht alle zur gleichen Zeit umändern, sondern zu ganz verschiedenen Zeiten.

Bemerkenswert ist das bei allen drei untersuchten Pilzspezies zuweilen vorkommende Zurückschlagen der Sporen zur Farbe der Stammrasse (5), ohne Verlust der gewonnenen Abänderung, die nach einer oder einigen wenigen Generationen wieder erscheint und konstant bleibt.

Besonders hervorgehoben werden muß aber, daß durchaus nicht alle untersuchten Penicillium- und Aspergillus-Rassen eine solche leichte Abänderungsfähigkeit besitzen. Bei meinen Stämmen Penicillium glaucum f. F. und Penicillium luteum Zukal (?), sowie denen von Aspergillus fuscus, cinnamomeus und ochraceus waren entweder alle meine Bemühungen, sie zu Abänderungen zu zwingen, ganz erfolglos, oder diese waren nur vorübergehend konstant zu erhalten.

Daß den vielleicht unbedeutend erscheinenden bloßen Farbänderungen auch noch andere, tiefergehende Abweichungen von der Konstitution der Stammrasse zugrunde liegen, beweisen wohl die beobachteten morphologisch-zytologischen und die physiologischen Verschiedenheiten, auch wenn sich letztere zuweilen nur durch die veränderte Reaktion der Nährlösung dokumentieren. —

Lassen sich nun die gefundenen Erscheinungen in den heute üblichen Klassifikationen der Variationen unterbringen?

In der experimentellen Erblichkeitslehre ist, abgesehen von den Kombinationen, die bei asexuellen Organismen außer Betracht liegen, allerdings in erster Linie für höhere Pflanzen, folgende Unterscheidung eingeführt und allgemein gebräuchlich:

1. Modifikation.
2. Mutation.

Unter Modifikationen werden bekanntlich Veränderungen verstanden, die bei allen Individuen unter dem Einfluß einer veränderten Gesamtumgebung oder besonderer Einzelbedingungen auftreten, aber bei Zurückversetzung unter die normalen Verhältnisse nicht erblich sind.

Der Begriff der Mutation ist eng verknüpft mit dem Namen de Vries (1901 und 1903, 1912). Die Fassung, die er ihm gab, hat sich bei vielen, aber nicht allen Autoren auch erhalten, obwohl

die von ihm beschriebenen Mutationen bei Oenothera Lamarckiana z. T. höchstwahrscheinlich Kombinationen sind (Heribert Nilsson-Ehle 1912). De Vries versteht unter Mutation: durch unbekannte Ursachen, ohne Beziehung zur Lebenslage in sehr geringer Zahl zustande kommende und plötzlich, sprungweise auftretende, vom ersten Augenblick ihrer Entstehung an erblich konstante Veränderungen mit neuen Eigenschaften.

Über die Beziehungen der Mutationen zur Lebenslage sind die Meinungen heute noch geteilt. Schon de Vries (1903, 1912) deutete an, daß, obgleich die äußeren Faktoren, die die Mutationen hervorrufen, bisher nicht bekannt seien, sie doch vielleicht in dem Zusammenwirken extrem günstiger oder extrem ungünstiger Lebensbedingungen zu suchen seien. Dieser Meinung haben sich z. B. Goldschmidt (1913), Flu (1913), Eisenberg (1912, 1913, 1914), Bernhardt (1915) und andere angeschlossen. Dagegen nehmen Forscher wie Johannsen (1913), Baur (1914), Bateson (1913), Jollos (1913), Reiner Müller (1909, 1911 und 1912), Beijerinck (1912), Cl. Dobell (1912), Seyffert (1912), Toennießen (1913, 1914 und 1915) u. a. an, daß die Mutationen durch bestimmte Außenfaktoren zwar erzeugt werden können, daß aber meist die wahren Ursachen gänzlich unbekannt seien und jene Außenbedingungen mehr eine untergeordnete Rolle spielen. Die Beziehungen zur Lebenslage seien eben erst noch zu erforschen.

Einigkeit herrscht nur bezüglich des letzten Teilbegriffes, der Forderung der Erblichkeit. Es ist daher verständlich, daß z. B. Baur (1914) kurz die erblichen Veränderungen als Mutationen bezeichnet, ohne Rücksicht auf die Art ihrer Entstehung. Von Degeneration kann man nur sprechen, wenn die Lebensfähigkeit eines Organismenstammes leidet, bzw. zum allmählichen Verlöschen kommt. Verschwindet aber nur irgendeine bestimmte Eigenschaft — meist handelt es sich um solche physiologischer Art —, so braucht das keineswegs eine »Abbauerscheinung des Genotyps« (Johannsen 1913) zu bedeuten. Weil der betreffende abgeänderte Organismus nicht mehr in der gleichen Weise wie die Stammrasse auf dem ihm gebotenen »Normal«-nährboden fortkommt, ist er noch lange nicht degeneriert. Im Gegenteil dokumentiert sich die neue Eigenschaft

vielleicht besonders deutlich auf diese Weise. Es ist nur Sache des Experimentators, durch Veränderung der Nährlösung eine ihm zusagende Nährmittelzusammensetzung zu finden, auf der der abgeänderte Typus ebenso gut gedeiht, wie die Stammrasse auf der ihr zusagenden. Es ist daher nicht möglich, meine fuscusähnliche Rasse als Degeneration zu bewerten, nachdem sich gezeigt hat, daß ihr nichts als ein etwas größeres Quantum an Eisensalz oder Kaliumphosphat fehlt, um ebenso prächtig zu wachsen und zu fruktifizieren wie Aspergillus niger z. B. auf eisenfreier Nährlösung. Nichts spricht also dafür, daß die Abänderungen bei Penicillium und Aspergillus nur Degenerationen seien (vgl. Beijerinck 1912 und 1914).

Lassen sich nun aber die eigenen erhaltenen Abänderungen als Modifikationen oder Mutationen deuten? Zwar scheinen sie durch bestimmte, greifbare Ursachen hervorgebracht zu sein; jedenfalls sahen wir nur unter gewissen Bedingungen Abänderungen auftreten, aber unmittelbarer Zusammenhang mit ihnen ist oft nicht ganz sicher wegen der Launenhaftigkeit des Auftretens, wenn auch bei Penicillium glaucum f. H. bestimmte Farbtönungen der Sporendecken einzelnen Giften zugeordnet zu sein scheinen (z. B. Grauseegrün den Salicylsäure-, Weißlichgrün den Manganchloridkulturen). Gleichwohl kann man meist kaum von genau bekannten Ursachen sprechen, sondern nur von günstigen Bedingungen, unter denen die Abänderungen mit einem verschieden hohen, manchmal allerdings sehr hohen Grade von Wahrscheinlichkeit zu erhalten sind. Bisher nicht zu fassende Stoffwechselprodukte der Pilze sind vielleicht außer den geschaffenen Bedingungen von großer Bedeutung.

Andererseits erscheinen die Abänderungen trotz aller Launenhaftigkeit nicht so selten, wie das allgemein von den Mutationen angenommen zu werden pflegt, etwa $^1/_2$ bis 2% günstigen Falls betragend (Schiemann 1912). Die Tatsache, daß bei Aspergillus niger sehr viele Köpfchen eines Mycels, bei Aspergillus flavus in der Mehrzahl der Fälle alle, seltener ein großer Teil der Gesamtheit aller Köpfchen, bei Penicillium glaucum f. H. dagegen stets und bei Aspergillus niger in einigen wenigen Fällen gleichfalls sämtliche Köpfchen eines Mycelindividuums abgeändert sind, wie bei echten Modifikationen, beweist, daß,

wenn man hier überhaupt von Mutationsprozenten reden soll, diese bis zu 100% betragen können (vgl. Fischers Aberrationen bei Vanessaarten!)

Das einzig sichere Kriterium für die Beurteilung wäre die Konstanz. Wir sahen aber gerade, daß bezüglich dieser ganz erhebliche graduelle Verschiedenheiten bestanden. Eine und dieselbe Abänderung war ja in dem einen Falle sofort, anscheinend unbeschränkt, konstant, in dem anderen Falle vom Charakter einer gewöhnlichen Modifikation; außerdem gab es die verschiedensten Übergänge. Es ist also ganz unmöglich, die erzeugten Abänderungen teils als Modifikationen, teils als Mutationen anzusprechen; denn beide Begriffe decken sich nicht mit den gefundenen Tatsachen: entweder die Ursachen sind wenig klar, keineswegs immer von der gleichen, unfehlbaren Wirkung, dabei die Abänderungen nicht konstant, oder aber, die Bedingungen sind mit größerer Sicherheit anzugeben, doch dann gerade sind die Abänderungen in verschiedenem Grade konstant.

Zunächst ist jedoch über Konstanz und Erblichkeit bei der asexuellen Vermehrung meiner Pilze einiges zu sagen. Bekanntlich ist man vielfach der Meinung, daß der Begriff der Mutation schon deshalb auf asexuelle Organismen nicht anwendbar sei, weil man bei ihnen gar nicht feststellen könne, ob eine neu aufgetretene Eigenschaft »vererbbar« sei oder nur »stabilisiert« (Bernhardt 1915). Nimmt man an, bei der Vermehrung durch Zweiteilung handele es sich nicht um »eigentliche Vererbung«, sondern um »direkte Übertragung«, »Stabilisation«, »Konstantbleiben« oder wie man es sonst nennen mag (vgl. auch Jost 1913), so müßte man auch die vegetativ entstandenen Knospenmutationen aus der Erblichkeitslehre verbannen. Versteht man aber wie Godlewski (1909) unter Vererbung »die Fähigkeit des Organismus, den morphologischen Ausgangspunkt seiner Entwickelung aus einem bestimmten Teil seines eigenen Körpers auszubilden und vermittelst desselben seine Eigenschaften auf die Nachkommenschaft, die sich daraus entwickeln kann, zu übertragen«, so scheint es nicht angängig, asexuell sich vermehrenden Organismen die Vererbung abzustreiten.

Bei meinen Pilzen erscheinen gerade die Fortpflanzungs-

zellen deutlich abgeändert, durch deren Aussaat Mycelien entstehen, die wiederum in gleicher Weise abgeänderte Sporen hervorbringen, allerdings auf vegetativem Wege. Trotzdem liegt zurzeit, wie mir scheint, kein stichhaltiger Grund vor, von etwas anderem als von Vererbung zu reden, so wenig wir freilich wissen, was das ist, wenn auch das Verhalten sexuell entstandener Fortpflanzungsorgane noch festzustellen ist. Meine am längsten kultivierten Formen sind nun schon seit 40 ($J_{16}a_1$) bzw. 38 (H_6a_1) Generationen konstant geblieben. Das würde bei einer einjährigen höheren Pflanze mit Vermehrung durch Samen einer Konstanz durch eben so viele Jahre entsprechen. Selbst gewaltsame Eingriffe konnten die Konstanz nicht aufheben. Übrigens ist zu bedenken, daß man auch bei der reinsten Linie höherer Pflanzen unter Erblichkeit nicht eine absolute, dauernde Konstanz verstehen kann, da bekanntlich reine Linien gelegentlich durch Mutation sich verändern können.

Jedenfalls zeigen meine Abänderungen ganz deutlich das, was Baur (1914) als Charakteristikum der »vererbbaren Modifikationen« (eigentlich ein widersinniger Ausdruck; denn Modifikationen werden doch eben als nicht erbliche Abänderungen definiert) bezeichnet, nämlich das Auftreten von Veränderungen infolge veränderter Kulturbedingungen und Änderung der Reaktionsweise der Nachkommen in der Art, daß »diese jetzt auf die normalen Außenbedingungen in der gleichen Weise reagieren, wie die unveränderten Individuen auf die veränderten Bedingungen«. Mit Fug und Recht kann man sie also, glaube ich, in das vielumstrittene Kapitel der Vererbung erworbener Eigenschaften einreihen.

Lediglich von einer Nachwirkung kann man wohl kaum reden, da die Veränderung in Fällen, wo sie dauernd konstant ist, bisher weder nach einer größeren Zahl von Impfgenerationen verschwunden ist oder dazu gewaltsam gebracht werden konnte, noch nachläßt, resp. langsam abklingt. Deshalb kann man meine Abänderungen auch nicht als Dauermodifikationen im Sinne von Jollos (1913) bezeichnen. Das Wesen der Dauermodifikationen liegt ja darin, daß die durch äußere Einflüsse erzeugten Veränderungen allmählich abklingen und zum Normaltyp zurückkehren. Bisher handelt es sich hier stets um eine

Anpassung an bestimmte Stoffe, die allmählich wieder verloren geht (Arsenfestigkeit von Trypanosomen, Spirochaeten und Paramäzien). Dabei kann es eine lange Reihe von Generationen dauern, bis der Unterschied gegenüber der Stammform ausgeglichen ist. Baur spricht in dem Falle, wo die »Modifikation« sich als »erblich« erweist, davon, daß sie für eine bestimmte Zeit »fest induziert« sei, und vergleicht z. B. die Jollosschen Dauermodifikationen von Paramäzien mit der Tatsache, daß orthotrope radiäre Efeuzweige, als Stecklinge gezogen, niemals in kriechende, dorsiventral gebaute sich umwandeln, und daß Stecklinge von Araukariensprossen zweiter Ordnung zwar unbegrenzt plagiotrop weiterwachsen, aber sich nicht aufrichten wie Hauptsprosse, infolge einer Umstimmung der Vegetationspunkte. Ob aber diese »feste Induktion« mit dem Konstantbleiben der Merkmale einer Abänderung wirklich verglichen werden kann, das würde sich wohl erst dann entscheiden lassen, wenn man festgestellt hätte, ob auch asexuelle oder sexuelle Fortpflanzungsorgane die »Induktion« wie bei diesen auf die Nachkommen übertragen, was bekanntlich bei den asexuellen Brutknospen vieler dorsiventraler Lebermoose nicht der Fall ist.

Daß meine Abänderungen mit dem de Vriesschen Begriff der Halb- oder Mittelrassen ganz und gar nichts zu tun haben, geht schon daraus hervor, daß letztere nur unter günstigen Ernährungsbedingungen in der Zeit des üppigsten Wachstums auftreten und sich auf morphologische Merkmale beziehen, die nicht immer an dasselbe Organ gebunden zu sein brauchen (vgl. de Vries 1901, Tammes 1904, Lehmann 1909).

Als Gesamtergebnis meiner bisherigen Erörterungen würde also die Tatsache anzusehen sein, daß meine Abänderungen in das Schema Modifikation-Mutation nicht hineinpassen. Sie sind teils inkonstant wie jene, teils konstant wie diese, ohne daß hinsichtlich der bewirkenden Faktoren oder des Auftretens irgendwelche Unterschiede nachweisbar wären. Modifikation und Mutation lassen sich hier also nicht starr scheiden, wie es wohl bei höheren Pflanzen geschehen ist. Dieses Ergebnis erscheint mir um so bedeutungsvoller, weil es auch bei den experimentellen Untersuchungen über die Varia-

bilität der Bakterien erzielt worden ist, wie im folgenden noch kurz zu zeigen ist.

Die ältesten Untersuchungen befassen sich mit den farbstoffbildenden Bakterien (Bac. prodigiosus, Bac. pyocyaneus, Staphylococcus u. a.). Wurden diese vielfach mit Mißtrauen aufgenommen als nicht absolut rein im Sinne von Johannsens reinen Linien, so beweisen die neueren Arbeiten mit diesen Organismen (Neumann 1897, Laurent 1908, Garbowsky 1907, Baerthlein 1912c, Beijerink 1912, Wolf 1912, Eisenberg 1914b, Balser 1914), daß der Zweifel unberechtigt war. Die Versuche der einzelnen Experimentatoren zeigen, daß keineswegs allein Giftreiz Abänderung bewirkt, sondern daß die Übertragung auf flüssige Nährböden, Farbstoff-, Alkoholzusatz oder Kultur bei Temperaturen, die dem Optimum des Wachstums nahe liegen, für das Zustandekommen von Abänderungen gleich günstig sind. Auch das Alter der Kultur, von der abgeimpft wird, spielt eine Rolle, ebenso Beschränkung der Luftzufuhr. Die Zahl der erhaltenen Abänderungen bei Bac. prodigiosus z. B., die bei Wolf nur zwei betrug, ließ sich wesentlich erhöhen (auf 22 bei Eisenberg). Die meisten schlagen entweder sofort zurück, sind also typische Modifikationen, oder erst nach längerer Zeit. Ebensogut sind aber absolut konstante Rassen keine Seltenheit, ohne daß sich ein Unterschied gegenüber jenen hinsichtlich der bewirkenden Bedingungen oder des Auftretens nachweisen ließe. Von Wichtigkeit ist auch, daß ein- und dasselbe Agens verschiedene konstante Abänderungen bewirken kann.

Die meisten Versuche sind mit den coli mutabile-Bakterien seit der Neißer-Massini'schen Entdeckung der Laktosevergärung angestellt worden. Eine große Zahl dieser Stämme zeigt, aus dem tierischen Organismus auf Endoagar und ähnliche Milchzucker enthaltende Nährböden abgeimpft, die Erscheinung, daß auf den weißen, die Laktose zunächst nicht angreifenden Bakterienkolonien »rote«, Laktose vergärende »Knöpfe«, Sekundärkolonieen auftreten, von denen man durch Abimpfung stets vergärende »rote« Kolonien ohne weitere Knopfbildung erhält. Seit den ersten Angaben Massini's (1907) über dieses Bact. coli mutabile ist eine große Zahl bestätigender und

die Kenntnis erweiternder Versuche veröffentlicht worden: Burk (1908), Sauerbeck (1909), Benecke (1909), Burri (1909 und 1910), Kowalenko (1910), Seyffert (1912), R. Müller (1909, 1911 und 1912), Bernhardt und Markoff (1912), Baerthlein (1912 a u. b und 1913 a), Revis (1910, 1912 und 1913), Klein (1913), Bernhardt (1912 b u. 1915). Die Bakterien der »Knöpfe« behalten ihr neu erworbenes Gärvermögen konstant, auch unter abnormen, schädigenden Bedingungen, sowie nach Passage durch den Tierkörper (Massini, Seyffert, Burk, Müller u. a.); selbst nachdem ein derartiger Stamm 1½ Jahre nicht mehr in Berührung mit Laktose gekommen war, hatte er das Gärvermögen dafür nicht verloren (Reichenbach 1913). Das gilt aber nicht für alle Stämme. Klein (1913) fand zwei, die das Vermögen der Laktosevergärung leicht durch Passage über andere Nährböden wieder einbüßten, z. B. schon nach einmaliger Passage über Nährlösung + Traubenzucker. Auch gelang es zuweilen zufällig, z. B. durch Eintrocknenlassen auf nicht laktosehaltigem Nährboden, sowie durch dreimalige Passage über Kaninchenblutagar, Rückschlag zu erhalten (Bernhardt und Markoff 1912).

Gewisse Bakterien dieser Gruppe werden durch bloße Berührung mit der Laktose zu Vergärern, andere erst nach wochen-, selbst monatelanger Züchtung darauf. Zuerst sollten nur wenige Individuen diese Fähigkeit erhalten können, mit der Zeit sich die disponierten Keime vermehren (Baerthlein), als Erfolg allmählicher Anpassung und Auslese (Revis), bis Burri bewies, daß zwar bei Aussaat vieler Individuen nur wenige die Gärfähigkeit erwarben, daß aber beim Abimpfen möglichst weniger Keime, die nun genügend weit voneinander entfernt sich entwickeln konnten, alle die neue Eigenschaft annahmen. Schließlich konnte Klein feststellen, daß in flüssigen Nährböden alle Keime nach 8 Tagen imstande seien, Milchzucker zu vergären. Die Menge an Zucker usw., die zur Weckung der Gärfähigkeit benötigt wird, ist nur gering: 0,1% genügt bereits, 0,2% bis 2% sind am günstigsten (Klein). Je älter jedoch die Ausgangskultur ist, desto länger dauert es, bis die Knöpfe auftreten (Kowalenko).

An Typhus- und Paratyphusbakterien kamen ganz

ähnliche Erscheinungen zur Beobachtung. Auch diese Stämme erwarben das Gärungsvermögen für Zucker und Alkohole: R. Müller (1909 a und 1911 a u. b), Mühlmann (1909), Jacobsen (1910), Boddaert (1910), Penfold (1910 u. 1911), Sobernheim und Seligmann (1910), Neufeld und Lindemann (1910), Fromme (1911), Bernhardt (1912), Baerthlein (1911 b), Ditthorn (1913), Sachs-Müke (1913), Grote (1913), Lingelsheim (1913), Saisawa (1913), Eisenberg (1914 c), Bernhardt (1915). Nicht alle Keime ändern gleichzeitig ab, sondern nur immer einige wenige; innerhalb einer gewissen Zeit wird ein Maximum erreicht (Müller, Penfold). Durch Luftzutritt wird die Umwandlung stark begünstigt (Lingelsheim). Auch nicht alle Stämme sind überhaupt oder mit der gleichen Geschwindigkeit zum Abändern zu bringen. Während es zuweilen schon nach 2 Tagen gelingt (Penfold), kann es in anderen Fällen 16 Monate (Penfold), selbst 2 Jahre (Twort 1907) und länger dauern, bei ununterbrochener Kultur auf zuckerhaltigen Nährböden. Müller gibt 3 bis 6 Tage, Penfold 5 bis 15 Tage als günstigste Zeit für das Auftreten von Abänderungen an. Erbliche Konstanz besitzen sie gleichfalls, jedoch scheint es hier leichter zu Rückschlägen zu kommen (Saisawa), die allerdings auch nur gelegentlich, nicht mit absoluter Sicherheit auftreten. Lingelsheim fand, daß die abgeänderten Typen besonders auf flüssigen Nährböden zäh festgehalten werden, daß aber schädigende Einflüsse, wie mehrfaches Erhitzen auf 55 bis 60° C oder Zusatz antiseptischer Mittel, wie Methylviolett, den Rückschlag begünstigten. Durch weitere Züchtung werden die morphologischen Eigenschaften der abgeänderten Typen immer beständiger (Mühlmann). Allerdings weichen gerade in dieser Beziehung die Meinungen noch erheblich voneinander ab (Bernhardt und Ornstein 1913, Sobernheim und Seligmann).

Ganz ähnliches Verhalten zeigen Bact. enteritidis Gaertner und Bact. dysenteriae: Baerthlein (1911 a), Sobernheim und Seligmann (1909), Bernhardt (1912 a u. b), Baerthlein (1911 a u. 1912 b), Bernhardt und Markoff (1912), Ditthorn (1913). Die plötzlich auftretende Neuerwerbung (Baerthlein) wird bei weiterer Züchtung immer beständiger (Mühlmann

1909). Auch hier besitzt derselbe Stamm gegenüber der Einwirkung der gleichen Substanzen zu verschiedenen Zeiten nicht immer die gleiche Widerstandskraft, ohne daß von einer bestimmten Gesetzmäßigkeit die Rede sein könnte (Bernhardt und Markoff).

Bei Pestbacillen (Markl 1914) und Choleravibrionen (Baerthlein 1911c und 1912d, Wankel 1912, Horowitz 1912, Stamm 1914, Eisenberg 1912b, Czernel 1913) konnten bei aller Konstanz dennoch stets Rückschläge, z. B. stets nach längerem Stehen der abgeänderten Kulturen, erzielt werden (Markl, Baerthlein).

Diphtherie- und Pneumoniebacillen verhalten sich nicht anders (Baerthlein 1912c und 1913b, Bernhardt und Paneth 1913, Römer 1914, Bernhardt 1915, Baerthlein 1912, Eisenberg 1914, Rosenow 1914, Toennießen 1913, 1914, 1915).

Erblicher, das heißt konstanter Verlust des Sporenbildungsvermögens, analog dem, was Hansen für Hefen angegeben hat, ist schon von Behring (1889) bei Milzbrandbacillen nach Zusatz von alkalischer Silberlösung und salzsaurem Chinin, dann von Baerthlein (1912c) und Eisenberg (1912a und 1914a) mit einwandfreiem Material nach Zusatz von Karbolsäure oder Traubenzucker, bzw. Glyzerin beobachtet worden, jedoch nur selten so, daß sämtliche Deszendenten einer Zelle sofort zu 100% asporogen wurden, sondern meist umgekehrt so, daß 90 bis 98% sporogen blieben, doch nimmt die Anzahl der ersteren im Laufe der Versuche stets zu (Eisenberg). Balser (1914) erhielt schon nach fünfmaligem Abimpfen in Alkohol nur asporogene Milzbrandbacillen. Auf kulturellem Wege lassen sie sich nicht wieder zur Sporulation zurückführen, obwohl die Virulenz durch Tierpassage wieder zunimmt. Nicht alle Stämme machen die Umwandlung gleich schnell und leicht durch, aber auch schwer zur Asporogenität zu bringende Stämme besitzen immer einzelne Individuen, die leicht asporogen werden. Bezüglich der Konstanz gilt, daß sie entweder nur vorübergehend vorhanden ist, oder längere Zeit (1/2 Jahr) andauert, um dann ganz unvermittelt wieder der Sporulation zu weichen, oder wirklich dauernd anhält, ohne daß Rückschlag bisher beobachtet werden konnte (Eisenberg, Balser).

Ich habe hier nur die wichtigsten und am eingehendsten bearbeiteten Bakterienarten herausgreifen können. Soviel ergibt sich jedoch wohl mit Sicherheit aus dem Mitgeteilten, daß die Ähnlichkeit meiner Pilzabänderungen mit denen bei Bakterien eine sehr viel größere ist, als zur Zeit die mit Mutations- und ähnlichen Erscheinungen bei höheren Pflanzen, obwohl fast alle die genannten Bakteriologen bemüht sind, die erblich konstanten Abänderungen bei den Bakterien als »Mutationen« zu deuten. Ich vermag mich jedoch eher der Ansicht Klein's (1913) anzuschließen, daß zwar eine gewisse Ähnlichkeit mit den sogenannten Mutationserscheinungen bei den höheren Pflanzen nicht zu leugnen sei, daß es aber zunächst rätlicher sei, nicht nach Analoga zu suchen, sondern die tatsächlichen Verhältnisse bei den Bakterien, und also auch bei den Fadenpilzen und manchen anderen niederen Organismen, vorurteilslos zu untersuchen, um von hier aus eine Revision des ganzen Mutationsbegriffes vorzunehmen. Vielleicht werden dadurch angeregte, neue ausgedehnte und eingehende Untersuchungen an höheren Pflanzen ebenfalls schließlich zu dem Ergebnis führen, daß auch bei ihnen nicht mehr in der üblichen schematischen Weise zwischen Modifikationen und Mutationen unterschieden werden kann. Dann allerdings würde das alte, schon viel erörterte Problem, wie es kommt, daß gewisse Anpassungen an die Umgebung bei manchen Pflanzen nicht erblich (als »Modifikationen«), die gleichen bei andern aber erblich fixiert (also gewissermaßen als »Mutationen«) auftreten, sofort leicht verständlich sein.

Einstweilen muß es genügen, festgestellt zu haben, daß auch bei den Fadenpilzen eine große Zahl mehr oder weniger konstanter Abänderungen experimentell erzeugt werden kann, und zwar bei manchen Eingriffen fast mit der Sicherheit eines physiologischen Experiments, womit vielleicht der große Formenreichtum vieler Penicillien und Aspergillen in der Natur eine Erklärung findet, und daß sich von ihnen nur sagen läßt, daß für sie die von mir angegebene Einteilung (S. 321) Geltung hat. Die Bedingungen dafür, daß ein Bakterien-, bzw. ein Pilzstamm veränderten Typs einmal dauernd erblich erhalten bleibt, ein ander Mal nicht, sind vorläufig genau so dunkel, wie für die Tatsache, daß Capsella Heegeri Solms keineswegs stets erblich

ist, z. B. durch Cystopus wieder zum Rückschlag zur Stammrasse gebracht werden kann (Solms-Laubach 1900).

Nach Angaben Prof. Fittings sollen die Untersuchungen im Bonner Institut fortgeführt werden.

Abschnitt V.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Bei Penicillium glaucum f. H., Aspergillus flavus und Aspergillus niger konnte ich durch experimentelle Eingriffe, bei Penicillium durch Gifte, bei den Aspergillen durch Giftzusatz, erhöhte Temperatur, Änderung der Nährlösungskonzentration oder -zusammensetzung leicht Abänderungen erzielen, die sich bei Kultur unter normalen Bedingungen verschieden lange Zeit, zum Teil gar nicht, zum Teil aber solange, wie bisher verfolgt: 30 bis 40 Impfgenerationen, konstant halten lassen. Sie treten sofort, bei der einmaligen Einwirkung eines dieser Einflüsse auf; und zwar vermögen nicht bloß starke Eingriffe, etwa besonders hohe Giftkonzentrationen, abändernd zu wirken, sondern auch verschwindend geringe, wie 1 : 40 Mill. oder gar 1 : 800 Mill. Gift, selbst, wie es scheint, bei nur vorübergehender Einwirkung auf jüngere oder ältere Entwicklungsstadien der noch nicht fruktifizierenden Mycelien. Solche Abänderungen sind, wenigstens bei manchen Einflüssen, fast mit der Sicherheit physiologischer Versuche zu erzielen, also nicht, wie bei Mutationen üblich, nur in ganz seltenen, zufälligen Ausnahmen. Freilich macht sich bei den Versuchen vielfach doch eine nicht geringe, zurzeit unerklärliche Launenhaftigkeit in ihrem Auftreten noch immer geltend, so daß eine bestimmte nicht jederzeit beliebig erzeugt werden kann, woraus wohl zu folgern ist, daß dann außer jenen Einflüssen noch unerkannte Bedingungen an ihrer Bildung beteiligt sind. Sehr bemerkenswert in dieser Hinsicht ist, daß in solchen Fällen Massenaussaat leichter und sicherer als Einzellaussaat zum Ziele führt, daß ein und dieselbe Giftkonzentration ganz verschieden gefärbte Formen hervorrufen kann, und daß eine bestimmte Abänderung nicht immer an ein bestimmtes Gift gebunden zu sein scheint. Gifteinfluß gleicher oder einer andern Art kann neue Veränderungen hervorrufen oder das Auftreten der bei erstmaligem Giftzusatze ausgebliebenen Abänderung bewirken.

Nicht bei allen untersuchten Pilzarten lassen sich aber gleich leicht mehr oder weniger konstante Abänderungen gewinnen (z. B. Penicillium glaucum f. F. widerstand allen sonst wirksamen Einflüssen gänzlich).

Die Änderungen betreffen in erster Linie die Farbe der Konidiendecken: bei Penicillium glaucum f. H. wurde eine große Zahl verschiedener solcher Farbänderungen erzielt, viel weniger bei Aspergillus flavus, während bei Asp. niger nur zwei solche Formen, proteoides und fuscoides, den von Schiemann als Mutanten erhaltenen Formen proteus und fuscus in vielem ähnlich, ohne ihnen völlig zu entsprechen, gewonnen wurden. Fast stets trat bei dieser Art, unter den denkbar verschiedensten Einflüssen nur ein und dieselbe Farbänderung auf, die ich als proteusähnliche bezeichnet habe, selbst bei einem zweiten Asp. niger-Stamm mit z. T. anderen morphologischen Eigenschaften, ohne daß dieser dabei seine sonstigen spezifischen Merkmale verloren hätte. Übrigens besitzt Asp. proteoides, auch wenn er ganz konstant ist, also nicht teilweise zurückschlägt, zum Unterschied gegen die anderen Formen, keine einheitlich gefärbten, sondern scheckige Decken mit hell- bis kaffeebraunen Köpfchen. Mit der Änderung der Konidienfarbe sind bei meinen neuen Formen oft verbunden: veränderte Reaktion der Nährlösungen, Verfärbung derselben, gesteigerte Giftempfindlichkeit, manchmal auch morphologische Verschiedenheiten der Konidienträger und der Sporen (letzteres bei Asp. proteoides und fuscoides). Die proteoiden Abänderungen von Asp. niger, die unter den verschiedensten Bedingungen immer wieder von neuem erhalten werden konnten und sich morphologisch und physiologisch ganz übereinstimmend verhalten, weichen doch voneinander noch durch auffallende Unterschiede in der Zahl und Größe der Zellkerne ab, so daß es noch fraglich erscheint, ob es sich dabei um identische Formen handeln kann, wie man ohne zytologische Untersuchung ohne weiteres glauben würde.

Die Abänderungen umfassen schon bei ihrem ersten Auftreten, bei Penic. glaucum f. H. sowohl in Vielzell-, wie in Einzellaussaaten, stets die gesamten Decken, desgl. meist bei Asp. flavus, doch kommt es hier auch vor, daß eine Abänderung fleckenweise auftritt. Bei Asp. niger wird dagegen, auch

in Einzellkulturen, fast stets nur eine gewisse, oft freilich sehr große Zahl der Köpfchen einer Decke abgeändert, die eine später entstehende helle Oberschicht über den dunklen, normalen bilden; nur einmal war von vornherein die Gesamtheit aller Köpfchen verfärbt. Abgeändert sind bei Penicillium glauc. f. II. entweder bereits die primären Konidien der beeinflußten Mycelien oder erst die sekundären, die an einem sekundären Mycel der Decke erscheinen, oder sowohl die primären als die sekundären, wobei die sekundären oft wieder anders in der Farbe abgeändert sind wie die primären; bei Asp. flavus und Asp. niger allein die primären Konidien, sekundäre werden hier meist nicht ausgebildet (Ausnahme: Rhodankaliumversuche mit Asp. flavus). Bei Penic. glaucum hat jede Art abgeänderte Konidien meist die ausgesprochene Neigung, auf Normallösung Mycelien nur mit Konidien ihresgleichen zu bilden; doch liefern die primären in ihrer Deszendenz nach mehreren Generationen häufig primäre nur von der Farbe der sekundären, sofern nicht im Laufe der Weiterkultur in einer Generation plötzlich bei allen Konidien Umschlag in eine neuartige Farbentönung eintritt, was mehrfach der Fall war. Bei Penicilliumabänderungen kam es auch vor, daß die Primärkonidien unter normalen Kulturbedingungen Mycelien mit Primärkonidien ihresgleichen, aber mit anders abgeänderten Sekundärkonidien weiterhin konstanter Deszendenz lieferten, woraus gefolgert wurde, daß die Bedingung zur Entstehung dieser weniger in dem Vorhandensein der Gifte als im veränderten Stoffwechsel des Pilzes zu suchen seien.

Bei allen untersuchten Pilzspezies ist die Konstanz der experimentell veränderten Formen sehr verschieden. Eine Form kann sein,

1. inkonstant, d. h. sofort, in der nächsten Impfgeneration zurückschlagend;

2. zunächst mit Neigung zum Rückschlag, spätere Generationen konstant: die Formen von A. proteoides);

3. konstant (von Anfang an):

a) nur wenige Generationen;

b) eine größere, und zwar meist unbestimmte Anzahl von Generationen;

Konstanzverlängerung gelingt übrigens bei a und b zuweilen dadurch, daß man auf eine weiter zurückliegende Impfgeneration zurückgeht (Pen. f. H. 11 d 1);

c) dauernd konstant, d. h. so lange wie beobachtet, und zwar unter den verschiedensten Kulturbedingungen, selbst bei Zusatz von Giften;

4. umschlagend konstant, nicht bei einer Färbung bleibend, sondern ohne erkennbaren äußeren Anlaß weiter abändernd, besonders bei Penicillium glaucum f. H.;

5. intermittierend konstant, mit scheinbar zur Stammrasse zurückschlagenden Zwischengliedern: bei allen drei Pilzspezies beobachtet.

Abgesehen von den proteoiden Formen des Asp. niger umfassen Umschlag oder Rückschlag stets die gesamten Decken; teilweiser Um- oder Rückschlag (sog. Übergangsformen) wurde nicht beobachtet. Er wird nicht durch erkennbare äußere Umstände bedingt, ist stets unvermittelt, niemals allmählich, tritt sichtbar meist erst in einer Generation auf, die auf eine abgeänderte folgt: nur bei einer geringen Zahl (durch Bleinitrat oder Jodkalium) abgeänderter Kulturen von Asp. flavus schlugen die in e i n und d e r s e l b e n Generation anfänglich abgeänderten Sporen in höherem Alter zurück: die jungen, abgeänderten Sporen gaben die abgeänderte Form konstant, die alten, zurückgeschlagenen ebenso die Stammrasse.

Bei den proteoiden Rassen von Asp. niger dagegen, selbst denen, die sich später konstant abgeändert ziehen lassen, beobachtet man anfangs, solange die Zahl der Kulturgenerationen noch gering ist, besonders, wenn man E i n z e l l aussaaten macht, neben vollständigem, auch teilweisen Rückschlag. Es sind oft viele Generationen dazu nötig, bis keine zurückgeschlagenen Köpfchen mehr auftreten. Andererseits gelingt es seltsamerweise zuweilen, durch Einzellaussaat auch von den als Massenkultur völlig zurückschlagenden Konidien die abgeänderte Form konstant zu erhalten. Rückschlagende und nicht rückschlagende Sporen unterscheiden sich übrigens äußerlich nicht von einander.

Einmal vorhandene Konstanz zu erschüttern, z. B. Rückschlag zu erzwingen, ist im allgemeinen bei k e i n e r meiner Pilzarten gelungen.

Für alle diese in normalen Nährlösungen beobachteten Um- und Rückschläge dürften vielleicht Stoffwechselprodukte, Temperaturschwankungen, auch lösliche Bestandteile der Kulturgefäße oder Bestandteile der Laboratoriumsluft usw. in Betracht kommen.

Die erhaltenen Abänderungen lassen sich nicht schlechthin als Modifikationen und Mutationen bezeichnen. Manche freilich, die sofort zurückschlagenden, könnte man wohl als typische Modifikationen ansehen, wenn nicht merkwürdigerweise dieselben Formen, unter gleichen oder anderen Bedingungen entstanden, und andere Rassen, die in ihrem Auftreten ebenfalls echten Modifikationen gleichen, mehr oder weniger konstant sein würden. Wieder andere entsprechen in ihrem Auftreten viel mehr den Mutationen, aber freilich, ohne konstant zu sein. Die bei den höheren Pflanzen übliche Klassifikation der Abänderungen versagt also hier völlig. Meine Ergebnisse, die mit zahlreichen Beobachtungen über die Variation von Bakterien weitgehende, auffallende Übereinstimmung besitzen, weisen zusammen mit diesen darauf hin, daß die heute in der Botanik geläufigen Ansichten über die Entstehung von Abänderungen einer Revision oder Ergänzung dringend bedürfen.

Literaturverzeichnis.

Arcichowsky, 1908, Zur Frage über den Einfluß von $ZnSO_4$ auf eine Reihe von Generationen von Asp. niger. Autoreferat. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 21.

Baerthlein, 1911, a) Über mutationsartige Wachstumserscheinungen bei Cholerastämmen. Berliner klin. Wochenschr. 48, 1. 373.

—, 1911, b) Über Mutationserscheinungen bei Bakterien. Berliner klin. Wochenschr. 48, 2. 1410.

—, 1912, a) Über Mutationserscheinungen bei Bakterien. Arb. d. kaiserl. Gesundh.-Amts. 40.

—, 1912, b) Über neuere bakteriologische Befunde bei Ruhrerkrankungen. Berliner klin. Wochenschr. 49.

—, 1912, c) Weitere Untersuchungen über Mutationserscheinungen bei Bakterien. Deutsche med. Wochenschr. 38, 1443.

Baerthlein, 1912, d) Über die Differentialdiagnose der choleraähnlichen Vibrionen. Berliner klin. Wochenschr. 49.

—, 1913, a) Über die Mutationen bei Bakterien und die Technik zum Nachweis dieser Abspaltungsvorgänge. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. 71.

—, 1913, b) Über Mutation bei Diphtherie. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Ref. 57. Beiheft, 84*.

Barber, A. Marshall, 1907, On heredity in certain microorganisms. Kansas University Science Bull. 4. No. 3.

Balser, 1914, Der Einfluß des Alkohols auf Bakterien. Inaug.-Diss. med. Gießen.

Baur, 1913, Die Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften im Lichte der neuen experimentellen Forschung mit Pflanzen. Archiv f. soz. Hygiene. 8.

—, 1911, Referat über Semonsche Arbeiten. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre. 5. 247.

—, 1914, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin. Bornträger.

Behring, 1889, Beiträge zur Ätiologie des Milzbrandes. Archiv f. Hygiene. 6 u. 7.

Beijerinck, 1912, Mutationen bei Mikroben. Folia microbiologica. 1.

Benecke, 1894, Ein Beitrag zur mineralogischen Nahrung der Pflanzen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 12.

—, 1909, Reiner Müller, künstliche Erzeugung neuer vererbbarer Eigenschaften bei Bakterien. Ref. Zeitschr. f. ind. Abst. 2, 108.

—, 1912, Bau und Leben der Bakterien. Leipzig u. Berlin. Teubner. Kap. 8.

Bernhardt, 1912, a) Beiträge zur Morphologie und Biologie der Bakterien. Zeitschr. f. Hyg. 71.

—, 1912, b) Über Modifikationen von Bakterien. Ref. Berliner klin. Wochenschr. 49.

—, 1915, Über Variabilität pathogener Organismen. Zeitschr. f. Hyg. 79.

— u. Markoff, 1912, Über Modifikationen bei Bakterien. Beitrag zur Frage der sog. Mutationen bei Bakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. 65.

— u. Ornstein, 1913, Über Variabilität pathogener Mikroorganismen. Berliner klin. Wochenschr. 50, 16.

— u. Paneth, 1913, Über die Variabilität des Diphtheriebacillus. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Ref. 57. Beiheft, 82.*

Boddaert, 1910, Über die Umwandlung agglutinbildender Eigenschaften des Paratyphus B-Bacillus. Deutsche med. Wochenschr. 36, 1026.

Burgeff, 1912, Über Sexualität, Variabilität und Vererbung bei Phycomyces nitens. Vorläufige Mitteilung. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 30.

—, 1914, Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei Phycom. nit. Kunze. I. Flora. 7 (neue Folge).

Burk, 1908, Mutation bei einem der Coligruppe verwandten Bacterium. Archiv f. Hygiene. 65.

Burri, (1909) 1910, Über scheinbar plötzliche Neuerwerbung eines bestimmten Gärvermögens durch Bakterien der Coli-Gruppe. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **28**. (Vorl. Mitteilung dazu im Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **54**, 210. 1909.)

Csernel, 1913, Beiträge zur sog. Mutation bei Choleravibrionen. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **69**.

Ditthorn, 1913, Über das Verhalten der Typhus- und typhusähnlichen Bacillen (Paratyphus A u. B und enteritidis Gaertner) zu verschiedenen Zuckerarten und diesen nahestehenden mehrwertigen Alkoholen. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **67**.

Dobell, 1913, Some recent work on mutation in microorganisms. I u. II. Journal of Genetics. **2**.

Eisenberg, 1912, a) Untersuchungen über die Variabilität der Bakterien. I. Mitteilung: Über sporogene und asporogene Rassen des Milzbrandbacillus. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **63**.

—, 1912, b) ebenso. II. Mitteilung: Über sog. Mutationsvorgänge bei Choleravibrionen. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **66**.

—, 1914, a) ebenso. III. Mitteilung: Weitere Untersuchungen über das Sporenbildungsvermögen bei Milzbrandbacillen. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **73**, 81.

—, 1914, b) ebenso. IV. Mitteilung: Über den Variationskreis des Bac. prodig. und Bac. violac. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **73**, 449.

—, 1914, c) ebenso. V. Mitteilung: Über Mutationen in der Gruppe des Bact. fluorescens, Bact. pneumoniae, bei Sarcina tetragena und bei Bac. typhi. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **73**, 466.

—, 1913, a) Über sog. Mutationen (Sprungvariationen) bei Bakterien. Berliner klin. Wochenschr. **50**, 797.

—, 1913, b) Über die Vererbung erworbener Eigenschaften bei Bakterien. Berliner klin. Wochenschr. **50**, 234.

Ehrlich, 1909, Über die neuesten Ergebnisse auf dem Gebiete der Trypanosomenforschung. Archiv f. Schiffs- u. Tropenhyg. **13**. Beiheft 6.

—, 1912, Über Chemotherapie: Bericht über die 5. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in der internat. Hyg. Ausstellung in Dresden. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Beilage. **50**, 94.

Flu, 1913, Over varieties en mutaties bij microorganismen. Natuurkundig Tijdschr. v. Neederl. Indië. Deel 72.

Fromme, 1911, Über einen atypischen Typhusstamm. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **58**.

Garbowsky, 1907, Über Abschwächung und Variabilität bei Bact. lut. Smith et Baker und Bac. tumescens Zopf. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **19** u. **20**.

Godlewski, 1909, Das Vererbungsproblem. Leipzig. Engelmann.

Goldschmidt, 1913, Einführung in die Vererbungswissenschaft. Leipzig u. Berlin. Engelmann.

Gonder, 1912, Untersuchungen über arzneifeste Mikroorganismen. I. Trypanosoma Lewisi. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **61.**

Grote, 1913, Zur Variabilität des Bac. paratyphus B. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **70.**

Hagem, 1910, a) Untersuchungen über norwegische Mucorineen. Annales Mycol. **VII.**

—, 1910, b) Untersuchungen über norwegische Mucorineen. Videnskabs-Selskabs Skrifter. I. Math.-nat. Klasse. No. **4.**

Hansen, 1898, Om variationen hos ölvästsvamparne och hos andre Saccharomyceter. Ref. von Klöcker im Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **4.**

—, 1906, Oberhefe und Unterhefe. Studien über Variation und Erblichkeit. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **16.**

—, 1907, Oberhefe und Unterhefe. Studien über Variation und Erblichkeit. 2. Mitteilung. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **18.**

Hartmann, 1911, Die Konstitution der Protistenkerne. Jena. Fischer.

Horowitz, 1912, Entgegnung zu Wankel. Zeitschr. f. Hyg. **72.**

Jacobsen, 1910, Mitteilungen über einen variablen Typhusstamm (Bact. coli mutabile), sowie über eine eigentümlich hemmende Wirkung usw. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **56.**

Jennings, 1910, Assortive mating, variability and inheritance of size in the conjugation of Paramaecium. Journal of exper. Zoology. **11.**

—, 1913, The effects of conjugation in Paramaecium. Journal of exper. Zoology. **14.**

Johannsen, 1913, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Aufl. Jena. Fischer.

Jollos, 1913, a) Experimentelle Untersuchungen an Infusorien. Biolog. Centralbl. **33.**

—, 1913, b) Über die Bedeutung der Konjugation bei Infusorien. Archiv f. Protistenk. **30.**

—, 1914, Variabilität und Vererbung bei Mikroorganismen. Zeitschr. f. ind. Abst. **12.**

Jost, 1913, Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena. Fischer.

Klein, 1913, Über die sog. Mutation und die Veränderlichkeit des Gärvermögens bei Bakterien. Zeitschr. f. Hyg. **73.**

Kowalenko, 1910, Studien über sog. Mutationserscheinungen bei Bakterien unter besonderer Berücksichtigung der Einzellkultur. Zeitschr. f. Hyg. **66.**

Laurent, 1908, Etude sur la variabilité du Bacille rouge de Kiel. Recueil de l'Inst. Bot. de Bruxelles. **4.**

Lehmann, 1909, Über Zwischenrassen in der Veronica-Gruppe agrestis. Zeitschr. f. ind. Abst. **2.**

v. Lingelsheim, 1913, Zur Frage der Variation der Typhusbacillen und verwandter Gruppen. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **68.**

Markl, 1914, Zur Frage der Mutation bei Pestbacillen. Centralbl f Bakt. Abt. I. Orig. **74.**

Massini, 1907, Über einen in biologischer Beziehung interessanten Colistamm (Bact. coli mutabile). Ein Beitrag zur Variation der Bakterien. Archiv f. Hyg. **61**.

Mühlmann, 1909, Untersuchungen über Dysenterie und verwandte Fragen. Mutationsversuche. Archiv f. Hyg. **69**.

Müller, Reiner, 1909, a) Über mutationsartige Vorgänge bei Typhus-, Paratyphus- und verwandten Bakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Ref. **42**. Beiheft 57.*

—, 1909, b) Vererbung erworbener Eigenschaften bei Bakterien. Die Umschau. Jg. **13**, 400.

—, 1911, a) Mutationen bei Typhus- und Ruhrbakterien. (Mutation als spezif. Kulturmerkmal). Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **58**.

—, 1911, b) Paratyphustochterkolonien in Typhuskolonien. Münchener med. Wochenschr. **58**.

—, 1912, Bakterienmutationen. Zeitschr. f. ind. Abst. **7**.

Neufeld u. Lindemann, 1910, Beitrag zur Kenntnis der serumfesten Typhusstämme. Centralbl. f. Bakt. Ref. **54**. Beiheft 229.*

Neumann, 1897, Studien über die Variabilität der Farbstoffbildung bei Micrococcus pyog. *α* aureus und einigen anderen Spaltpilzen. Archiv f. Hyg. **30**.

Nilsson-Ehle, Heribert, 1912, Die Variabilität der Oenothera Lamarck. und das Problem der Mutation. Zeitschr. f. ind. Abst. **7**.

Penfold, 1910, Variation of fermentation properties of Bac. typhosus. Brit. med. Journal. **2**.

—, 1911, Studies in bacterial variation with special reference to the chemical functions of the members of the typho-coli group. Journal of hyg. **11**, 30.

Reichenbach, 1913, Die Vererbung erworbener Eigenschaften bei einzelnen Lebewesen. Archiv f. soz. Hyg. **8**.

Revis, 1910, The stability of the physiolog. properties of coliform organisms. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **26**.

—, 1912, a) Note on the artificial production of a permanently atypical Bact. coli. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **31**.

—, 1912, b) The selection action of media on organisms of the coli group etc. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **33**, 407.

—, 1912, c) Coccoid forms of Bact. coli and the method of attack on sugars by Bact. coli in general. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **33**, 424.

—, 1913, Further studies on variation in physiological activity in Bact. coli. Centralbl. f. Bakt. Ab. II. **39**.

Römer, 1914, Berliner klin. Wochenschr. No. 1.

Rosenow, 1914, Wechselseitige Mutationen bei Pneumokokken und Streptokokken. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **75**.

Sachs-Müke, 1913, Eine von Prof. v. Lingelsheim beschriebene Typhusbakterienform im Vergleich zu den bisher bekannt gewordenen sog. Mutationen. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **68**.

Saisawa, 1913, Über den modifizierenden Einfluß von kohlehydrathaltigen Nährböden auf Bakterien. Zeitschr. f. Hyg. **74**.

Sauerbeck, 1909, Über das Bact. coli mutabile (Massini) und coli-Varietäten überhaupt. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **50**.

Sauton, 1910, Influence du fer sur la formation des spores de l'Asp. nig. Compt. rend. hebdomad. d. séances de l'Acad. d. sc. **151**.

Schiemann, 1912, Mutationen bei Asp. nig. v. Tiegh. Zeitschr. f. ind. Abst. **7**.

Seyffert, 1912, Über Mutationserscheinungen bei künstlich giftfest gemachten Colistämmen. Zeitschr. f. Hyg. **71**.

Schouten, 1913, a) Mutation bei Mikroorganismen. Handelingen van het 14. nederlandsch Natuur en Geneeskundig Congres gehouden te Delft.

—, 1913, b) Mutaties bij Mikroorganismen. Utrecht. Kemink u. Sohn.

—, 1914, Eine sporenlose Form von Dematium pullulans de Bary und eine sterile Zwergform von Phyc. nit. Agardh. Folia microbiologica. **3**.

Sieben, 1912, Einführung in die botanische Mikrotechnik. Jena. Fischer.

Sobernheim, 1909, Über Enteritis-Bakterien. Centralbl. .f Bakt. Abt. I. Ref. **44**. Beiheft 127.*

— u. Seligmann, 1909, Weitere Beiträge zur Biologie der Enteritisbakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Ref. **50**. Beiheft 134.*

Solms-Laubach, 1900, Kruziferenstudien. Bot. Zeitg. **58**.

Stamm, 1914, Zur Frage der Veränderlichkeit der Choleravibrionen im Wasser. Zeitschr. f. Hyg. **76**.

Tammes, 1904, Ein Beitrag zur Kenntnis von Trifolium quinquefolium. Bot. Zeitg. **62**.

Tönniessen, 1913, Über Wesen und Ursache der Mutation bei Bakterien. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **69**.

—, 1914, a) Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien mit besonderer Berücksichtigung der Virulenz. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **73**.

—, 1914, b) Über Vererbung und Variabilität. Weitere Untersuchungen über die Fluktuation, insbesondere über ihre Entstehungsweise, ihre Erblichkeit und ihre Bedeutung für die Artbildung. Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. **75**.

—, 1915, Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien. Ein Beitrag zur Entwicklungslehre. Biolog. Centralbl. **35**.

Twort, 1907, The fermentation of glucosides by bacteria of the typhoid-coli group and the acquisition of new fermenting powers by Bac. dys. and other microorganisms. Proceedings of the Royal Society. Series B **79**.

de Vries, 1901 u. 1903, Mutationstheorie. I und II. Leipzig. Veit.

—, 1912, Die Mutationen in der Erblichkeitslehre. Berlin. Bornträger.

Waterman, 1912, Mutation bij Penicillium glaucum en Asp. niger. Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeeling von 1912. 25. Mai. Amsterdam.

—, 1913, Mutation bei Penicillium glaucum und Asp. niger. Zeitschr. f. Gärungsphysiologie. **1**.

W a n k e l , 1912, Beiträge zur Frage nach der Artbeständigkeit der Vibrionen, im besonderen der Choleravibrionen. Zeitschr. f. Hyg. **71.**

W e h m e r , 1903, Monographie der Pilzgattung Aspergillus. Genf.

W e s t l i n g , 1912, Über die grünen Spezies der Gattung Penicillium. Versuch einer Monographie. Arkiv för Botanik. **11.** Upsala u. Stockholm.

W o l f , 1909, Über Modifikationen und experimentell ausgelöste Mutationen von Bac. prod. und andere Schizophyten. Zeitschr. f. ind. Abst. **1.**

Tafelerklärung.

Die einzelnen Farbdiagramme geben, von links nach rechts gerechnet, die Farben der Decken von Penicillium glaucum f. H. im Alter von 5, 10, 14 und 21 Tagen an, soweit es sich um Nährlösungskulturen handelt. Bei den Gelatinekulturen ist das Alter 3, 6. 10 und 21 Tage. Die Klammer unter je 2 halben Abteilungen eines Diagramms gibt an, daß die Kultur in diesem Stadium zweifarbig ist.

Besprechungen.

Thellung, A., Pflanzenwanderungen unter dem Einfluß des Menschen.

Ber. d. freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Bot. für die Jahre 1914 und 1915. Beibl. zu Englers bot. Jahrb. 1915. **16.**

Der durch seine Flore adventice de Montpellier und eine größere Reihe von Einzelarbeiten um die Kenntnis der Adventivfloren verdiente Verf. gibt uns in der vorliegenden Abhandlung eine anziehende Schilderung der Hauptfaktoren, welche für die Pflanzenwanderungen unter dem Einfluß des Menschen verantwortlich zu machen sind und eine Übersicht über die verschiedenen Abteilungen der Gruppen eingewanderter Pflanzen. Er erörtert zunächst kurz den Anteil, den die Kulturpflanzen, vor allem durch Kulturflucht oder spontanes Verwildern an der Bildung der Adventivfloren haben und wendet sich dann zu den durch die unbewußte Vermittelung des Menschen in eine Gegend eingeführten Pflanzen, die sogenannten Unkräuter im weitesten Sinne. Unendlich sind natürlich die Möglichkeiten solcher Verschleppung, aus denen aber einige als besonders hervortreten. So werden einmal die Unkräuter fremder Länder gleichzeitig mit den Samen fremder Kulturpflanzen bei uns eingeschleppt, wobei aus den auftretenden Unkräutern bekanntlich mancherlei interessante Beziehungen oftmals noch nach längerer Zeit feststellbar sind. Von besonderer Bedeutung aber sind Handel und Verkehr aller Art, die die Verbreitung fremdländischer Pflanzen begünstigen. Verf. verweist vor allem auf folgende Beziehungen: 1. Getreide, Ölsämereien usw.; 2. Wolle und Baumwolle; 3. Ballast der Schiffe; 4. Verkehrsmittel im allgemeinen. Weiter wird an die Verschleppung von Kryptogamen — Krankheitserreger aller Art! — gedacht. Sodann werden die Stufen der Einbürgerung erörtert und schließlich wird den Kennzeichen der »dauernd eingebürgerten« im Gegensatz zu den »eingeborenen« besondere Aufmerksamkeit geschenkt und die prozentuale Häufigkeit der Ankömmlinge kurz besprochen.

Mit Verf. ist Ref. der Ansicht, daß den Ankömmlingen in unsern

Floren noch nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird. Gerade eine genaue, sorgfältige wiederholte Untersuchung dieser Ankömmlinge durch längere Zeiten hindurch am gleichen Platz wird uns aber höchstwahrscheinlich in den Stand setzen, noch mancherlei Rückschlüsse biologischer Art auf die verschleppten Pflanzen selbst und auf die Lebenserscheinungen der Pflanzen überhaupt zu ziehen.

E. Lehmann.

Neger, F. W., und **Fuchs, J.**, Untersuchungen über den Nadelfall der Coniferen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 608—660.

Durch anatomische Untersuchungen und einfache Versuche an einheimischen und in unseren Gärten gezogenen ausländischen Abietaceen, Juniperus-Arten, Taxus- und Taxodiaceen haben die Verff. Vorgang und Ursache des Nadelfalls studiert. Die Literatur wird ausführlich besprochen und manche darin angegebene Einzelheit berichtigt. Abbildungen zeigen die Beschaffenheit der eigentümlichen Trennungsschichten, die auffallend früh, schon während der Entwicklung der Nadeln, angelegt werden können. Als Ursache des Nadelfalls wird in den meisten Fällen Wasserverlust, infolge äußerer Umstände oder auch von Alterschwäche, erkannt. In der Frosttrocknis der Nadelhölzer sah man bisher ein Absterben der Nadeln infolge der durch Bodenfrost gehinderten Wasseraufnahme. Die Verff. führen sie, namentlich wenn sie die einzelnen Nadeljahrgänge verschieden trifft, auf Spätfrost zurück. Gegen den Verdunstungsversuch zum Erweis der Wirkungslosigkeit von Bodenfrost (S. 646) läßt sich geltend machen, daß angesichts der abnormen Verhältnisse (geheiztes Vegetationshaus, Ventilatoren) die tatsächliche Verdunstung hätte nachgewiesen werden müssen.

Büsgen.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Blücher, H., Der praktische Mikroskopiker. Ergänzt durch eine eingehendere Beschreibung der mikroskopischen Pflanzen- und Tierwelt des Süßwassers von W. Richter. (Umschl.-Titel: Praktische Mikroskopie des Pflanzen- und Tierkörpers und der mikroskopischen Welt des Süßwassers. 4. Aufl. Leipziger Lehrmittelanstalt von Dr. O. Schneider, Leipzig. *1915*. 8⁰. IV + 130 S. m. 71 Fig.

Zelle.

Henneberg, W., s. unter Pilze.

Gewebe.

Bremer, G., Reliquiae Treubianae II. The development of the ovule and embryosac of Pittosporum ramiflorum Zoll. and Pittosporum timorense Blume. (Ann. jardin botan. Buitenzorg. *1916.* Sér. II. **14,** 2e partie, 161—164.)

Heilbronn, M., Die Spaltöffnungen von Camellia japonica L. (Thea japonica Nois.) Bau und Funktion. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 22—31.)

Hull, E. D., Polyembryony in Opuntia Rafinesquii. (Am. Bot. *1915.* **21,** 56—57.)

Keuchenius, P. E., Beitrag zur Anatomie von Hevea brasiliensis. (Ann. jardin botan. Buitenzorg. *1916.* Sér. II. **14,** 2e partie, 109—111.)

Link, A., Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern. (Verh. d. naturhist.-med. Ver. Heidelberg. *1915.* N. F. **13,** 355—394.)

Müller, K., Untersuchungen an badischen Hochmooren. 1. Über Jahresringbreiten und Alter der Bergkiefer (Pinus montana). (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14,** 36—42.)

Stewart, A., s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Täckholm, G., Beobachtungen über die Samenentwicklung einiger Onagraceen. (Svensk Bot. Tidskr. *1915.* **9,** 294—362.)

Morphologie.

Costerus, J. C., A fresh investigation into the structure of the flower of Canna. (Ann. jardin botan, Buitenzorg. *1916.* **14,** 2e partie. 165—183.)

Goodspeed, T. H., s. unter Fortpflanzung und Vererbung.

Physiologie.

Bovie, T. v., The Action of Schumann Rays on living Organisms. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 1—30.)

Brown, L. B., s. unter Algen.

Doyer, L. C., Energieumsetzung während der Keimung von Weizenkörnern. (Rec. trav. Bot. Néerlandais. *1915.* **12,** 369—424.)

Edgerton, C. W., Effect of temperature on Glomerella. (Phytopathology. *1915.* **5,** 247—259.)

Engler, Spektrophotometrische Untersuchungen im Walde. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1916.* **14,** 77—86.)

Hasselbring, H., and **Hawkins, L. A.,** Respiration experiments with sweet potatos. (Journ. of agric. research. *1915.* **5,** 509—517.)

—, Carbohydrate transformations in sweet potatos. (Ebenda. 543—560.)

Hawkins, L. A., The utilisation of certain pentoses and compounds of pentoses by Glomerella cingulata. (Am. Journ. Bot. *1915.* **2,** 375—388.)

Harris, J. A., s. unter Technik.

Hibbard, R. P., The question of the toxity of distilled water. (Ebenda. 389 bis 401.)

Kinzel, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte der Samenkeimung. Nachtrag. Ulmer, Stuttgart. *1916.* 71 S.

Kraus, E. J., Germinating pollen. (Science II. *1915.* **42,** 610—611.)

Leick, E., s. unter Ökologie.

Mac Dougal, D. T., Long, E. R., and **Brown, J. G.,** End results of desiccation and respiration in succulent plants. (Physiol. Researches. *1915.* **1,** 289 bis 325.)

Merril, M. C., Some relations of plants to distilled water and certain dilute toxic solutions. (Ann. Missouri Bot. Gard. *1915.* **2,** 459—506 und Am. Journ. Phar. *1915.* **87,** 549—606.)

Merril, M. C., Electrolytic determination of exosmosis from the roots of plants subjected to the action of various agents. (Ebenda. 507—572.)

Molisch, H., Die Eiweißproben, makroskopisch angewendet auf Pflanzen. (Zeitschr. f. Bot. *1916.* **8,** 124—131.)

Nienburg, W., Die Perzeption des Lichtreizes bei den Oscillarien und ihre Reaktionen auf Intensitätsschwankungen. (Ebenda. 161—193.)

Rutger, A. A. L., und **Went, F. A. F. C.,** s. unser Ökologie.

Sprecher, A., s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Thatcher, R. W., Enzyms of apples and their relation to the ripening process. (Journ. Agric. Research. *1915.* **5,** 103—116.)

True, R. H., and **Bartlett, H. H.,** The exchange of ions between the roots of Lupinus albus and culture solutions containing two nutrient salts. (Am. Journ. Bot. *1915.* **2,** 311—323.)

Weber, F., s. unter Ökologie.

Wehmer, C., Versuche über die hemmende Wirkung von Giften auf Mikroorganismen. (Chemikerztg. *1916.* 89—91, 106—108.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Babcock, E. B., Walnut mutant investigations. (Proc. Nat. Acad. Sc. *1915.* **1,** 535—537.)

Bartlett, H. H., Mass mutation in Oenothera pratincola. (Bot. Gaz. *1915.* **60,** 425—457.)

Blakeslee, A. F., Sexual reactions between hermaphroditic and dioecious Mucors. (Biol. Bull. *1915.* **29,** 87—102.)

Correns, C., Über den Unterschied von tierischem und pflanzlichem Zwittertum. (Biol. Centralbl. *1916.* **36,** 12—24.)

Dahlgren, K. V. O., Ein Kreuzungsversuch mit Capsella Heegeri Solms. (Svensk bot. Tidskr. *1915.* **9,** 397—401.)

Davis, B. M., Additional evidence of mutation in Oenothera. (Am. Nat. *1915.* **49,** 702—706.)

—, The test of a pure species of Oenothera. (Proc. Am. Philos. Soc. *1915.* **54,** 226—245.)

Faille, J. C. B. de la, On the logarithmic frequency curve and its biological importance. (Rec. trav. Bot. Néerlandais. *1915.* **12,** 349—369.)

Frost, H. B., The inheritance of doubleness in Matthiola and Petunia. I. The hypotheses. (Am. Nat. *1915.* **49,** 623—636.)

Gates, R. R., On the modification of characters by crossing. (Am. Nat. *1915.* **45,** 562—569.)

Goodspeed, T. H., Parthenocarpy and Parthenogenesis in Nicotiana. (Proc. Nat. Acad. Sc. *1915.* **1,** 341—346.)

—, and **Clausen, R. E.,** Factors influencing flower size in Nicotiona with special reference to questions of inheritance. (Am Journ. Bot. *1915.* **2,** 332—373.)

—, Variation of flower size in Nicotiana. (Proc. Nat. Acad. Sc. *1915.* **1,** 333 bis 338.)

Lehmann, E., Bakterienmutationen. Allogonie. Klonumbildungen. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1916.* **77,** 289—301.)

Oetken, W., s. unter Angewandte Botanik.

Petersen, H. E., Indledende Studier over Polymorphien hos Anthriscus silvestris (L.) Hoffm. Med Resumé: Études introductives sur la polymorphic de l'Anthriscus silvestris (L.) Hoffm. (Dansk Bot. Arkiv. *1915.* **1,** Nr. 6, 1—152.)

Schneider, W., Über die Frage der geschlechtsbestimmenden Ursachen (Naturw. Wochenschr. *1916.* N. F. **15,** 49ff.)

Stout, A. B., The establishment of varieties in Coleus by the selection of somatic variations. (Carnegie Inst. Publ. 218. Washington. *1915.* 1—80.)

Vries, H. de, Über die Abhängigkeit des Mutationskoeffizienten von äußeren Faktoren. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 2—7.)

Ökologie.

Fritsch, K., Untersuchungen über die Bestäubungsverhältnisse südeuropäischer Pflanzenarten, insbesondere solcher aus dem österreichischen Küstenlande. (5. und letzter Teil.) (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. *1915*. **124**, 36 S.)

Gates, F. C., Relation of sunshine to the habitat of Rottboellia exaltata (Poaceae). (Torreya. *1915*. **15**, 209.)

Goebel, K., Das Rumphius-Phänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. (Biol. Centralbl. *1916*. **36**, 49—116.)

Hauch, L. A., Om Proveniensens Indflydelse paa Sommerskud hos Eg og Bøg. (Bot. Tidsskrift. *1915*. **32**, 285—309.)

Leick, E., Eigenwärmemessungen an den Blüten der »Königin der Nacht«. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**, 14—22.)

Payson, E., The pollination of Asclepias cryptoceras. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 72—75.)

Rutgers, A. A. L., und **Went, F. A. F. C.**, Periodische Erscheinungen bei den Blüten des Dendrobium crumenatum Lindl. (Ann. jardin botan. Buitenzorg. *1916*. Sér. II. **14**, 2e partie. 129—160.)

Weber, F., Über das Treiben der Buche. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**, 7—14.)

Algen.

Brown, L. B., Experiments with marine algae in fresh water. (Puget Sound Marine Stat. Public. *1915*. **1**, 31—34.)

Buder, J., Die Goldglanzalge, Chromulina Rosanoffii. (Naturw. Wochenschr. *1916*. N. F. **15**, 94—95.)

Edgerton, E. W., s. unter Physiologie.

Frye, T. C., **Rigg, G. B.**, and **Crandall, W. C.**, The Size of Kelps on the Pacific Coast of North America. (Bot. Gaz. *1915*. **60**, 473—483.)

Hawkins, L. A., s. unter Physiologie.

Kibbe, A. L., Some points in the structure of Alaria fistulosa. (Puget Sound Marine Stat. Public. *1915*. **1**, 43—57.)

Kylin, H., Die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia corallina (Lightf.) Ag. (Zeitschr. f. Bot. *1916*. **8**, 97—124.)

Leick, E., Die Stickstoffnahrung der Meeresalgen. (Naturw. Wochenschr. *1916*. N. F. **15**, 87—91.)

Muenscher, W. L. C., A study of the algae associations of San Juan Island. (Puget Sound Marine Stat. Publ. *1915*. **1**, 59—84.)

Ostenfeld, C. H., A list of phytoplankton from the Boeton Strait, Celebes. (Dansk Bot. Arkiv. *1915*. **2**, Nr. 4, 1—18.)

Rayss, T., Le Coelastrum proboscideum Bohl. Étude de planctologie expérimentale suivie d'une revision des Coelastrum de la Suisse. (Beiträge z. Kryptogamenflora d. Schweiz. *1915*. **5**, Heft 2, 1—65, 20 Taf.)

Schiller, J., Ein Novum unter den Algen. (Die Naturwissenschaften. *1916*. **4**, 78—80.)

Cyanophyceen.

Migula, W., Die Spaltalgen. Ein Hilfsbuch für Anfänger bei der Bestimmung der am häufigsten vorkommenden Arten, nebst einer kurzgefaßten Anleitung zum Sammeln und Präparieren. Handbücher f. d. prakt. naturw. Arbeit. Franckhsche Verlagsh. Stuttgart. *1915*. **12**, 5 Taf., 73 S.

Nienburg, W., s. unter Physiologie.

Bakterien.

Galli-Valerio, B., Die schnelle Bestimmung des B. coli in Trinkwasser mit Kongorotagar. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916*. **45**, 135 ff.)

Janke, A., Studien über die Essigsäurebakterien-Flora von Lagerbieren des Wiener Handels. (Ebenda. 1—50.)

Koch, A., und **Oelsner, A.,** s. unter Angewandte Botanik.
Lehmann, E., s. unter Fortpflanzung und Vererbung.
Traaen, A. E., s. unter Angewandte Botanik.
Weigmann, H., Wolff, A., Trensch, M., und **Steffen, M.,** Über das Verhalten der Milchsäurebakterien (Streptococcus lacticus) bei der Dauererhitzung der Milch auf 60—63° C (modernes Dauerpasteurisierungs-Verfahren). (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 63—107.)

Pilze.

Atkinson, G. F., Morphology and development of Agaricus Rodmani. (Proc. Am. Philos. Soc. *1915.* **54,** 309—343.)
Blakeslee, A. F., s. unter Fortpflanzung und Vererbung.
Dittrich, G., Die Breslauer Marktpilze. Vortrag im Humboldt-Verein für Volksbildung. Maruschke & Berendt, Breslau. *1916.* 15 S.
Eliasson, A. G., Svampar från Småland (Pilze aus Småland). (Svensk bot. Tidskr. *1915.* **9,** 401—414.)
Henneberg, W., Über das Volutin (= metachromatische Körperchen) in der Hefezelle. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 50—63.)
Lange, J. E., Studies in the Agarics of Denmark. Part. II. Amanita, Lepiota, Coprinus. (Dansk Bot. Arkiv. *1915.* **2,** Nr. 3, 1—53.)
Lingelsheim, A., Ein neuer pigmentbildender Monascus. (Hedwigia. *1916.* **57,** 253—254.)
Pieters, A. J., New species of Achlya and of Saprolegnia. (Bot. Gaz. *1915.* **60,** 483—491.)
Thom, C., and **Turesson, G. W.,** Penicillium avellaneum, a new ascus producing species. (Mycologia. *1915.* **7,** 284—287.)
Wehmer, C., s. unter Physiologie.

Flechten.

Howe, R. H. J., The Usneas of the world, 1752—1914, with citations, type localities, original descriptions and keys. Part. II. — South America. (Bryologist. *1915.* **18,** 38—43.)
Rietz, G. E. du, Lichenologische Fragmente. (Svensk bot. Tidskr. *1915.* **9,** 421—432.)
Samuelsson, G., Studier öfver vegetationen i Dalarne. I. Några lafvar Dalarne (Einige Lichenen aus Dalarne). (Ebenda. 362—367.)

Moose.

Arnell, H. W., Det naturhistoriska riksmuseets samling of lefvermossor (Die Lebermoos-Sammlung des Naturhistoriska Riksmuseum in Stockholm). (Svensk bot. Tidskr. *1915.* **9,** 385—397.)
Bernau, K., Die Moosflora der Umgebung von Halle a. S. (Hedwigia. *1916.* **57,** 215—232.)
Campbell, D. H., The Archegonium and Sporophyte of Treubia insignis Goebel. (Washington Nation. Acad. of Sc. *1916.* **2,** 30—31.)
Herzog, Th., Neue Laubmoose aus Ostasien und Südafrika. (Hedwigia. *1916.* **57,** 233—250.)
Janzen, P., Eine Mooshaube mit Spaltöffnungen. (Ebenda. 263—265.)
Krieger, W., Über die Dauer der Sporogonentwicklung bei den Laubmoosen. (Ebenda.)
Loeske, L., Bemerkung über die ungeschlechtliche Vermehrung des Pterygynandrum filiforme. (Ebenda. 251—252.)
Mardorf, W., Über die Lebensweise von Tortula papillosa, T. pulvinata und T. laevipila. (Ebenda. 255—256.)

Melin, E., Die Sporogenese von Sphagnum squarrosum Pers. Nebst einigen Bemerkungen über das Antheridium von Sphagnum acutifolium Ehrh. (Svensk Bot. Tidskr. *1915.* **9,** 261—294.)

Roth, G., Nachtrag III zu Bd. I der außereuropäischen Laubmoose von 1910/11. (Hedwigia. *1916.* **57,** 257—262.)

Farnpflanzen.

Foerste, A. F., s. unter Palaeophytologie.

Hieronymus, G., Neue Arten von Vittarieen aus der Gattung Vittaria Sm. und Antrophyum Kaulf. (Hedwigia. *1916.* **57,** 200—214.)

—, Über die Gattung Coniogramme Fée und ihre Arten. (Ebenda. 266 ff.)

Petersen, H. E., s. unter Fortpflanznng und Vererbung.

Rosendahl, H. V., Über Woodsia alpina und eine südliche Binnenlandform derselben sowie über Woodsia alpina × ilvensis nov. hybr. (Svensk bot. Tidskr. *1915.* **9,** 414—421.)

Slosson, M., Notes on Trichomanes I. The identity of Trichomanes pyxidiferum. (Bull. Torrey Bot. Club. *1915.* **42,** 651—659.)

Gymnospermen.

Hutchinson, A. H., Fertilization in Abies Balsamea. (Bot. Gaz. *1915.* **60,** 457—473.)

Angiospermen.

Bremer, G., s. unter Gewebe.

Costerus, J. C., Das Labellum und das Diagramm der Zingiberaceen. (Ann. jardin botan. Buitenzorg. *1916.* Sér. II. **14,** 2e partie, 95—108.)

—, s. unter Gewebe.

Elmore, C. J., Staminate flowers in Anemone. (Bot. Gaz. *1915.* **60,** 492—494.)

Harris, J. A., On the distribution and correlation of the sexes (staminate and pistillate flowers) in the inflorescence of the aroids Arisarum vulgare and Arisarum proboseidrum. (Bull. Torrey Bot. Club. *1915.* **42,** 663—675.)

Hull, E. D., s. unter Gewebe.

Mackenzie, K. K., Notes on Carex. IX. (Ebenda. 603—623.)

Ostenfeld, C. H., Ruppia anomala sp. nov., an aberrant type of the Potamogetonaceae. (Ebenda. 659—663.)

Täckholm, G., s. unter Gewebe.

Pflanzengeographie. Floristik.

Baumann, E., Die Vegetation des Untersees (Bodensee). (Mitt. Thurg. Naturf.-Ges. *1915.* Heft 21, 32 S.)

Diettrich-Kalkhoff, E., Flora von Arco und des unteren Sarca-Tales (Südtirol). Wagnersche Univ.-Buchh., Innsbruck. *1916.* 19 + 150 S. 1 farb. Taf.

Hayek, A. Edler v., Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. Auf Grund fremder und eigener Forschungen geschildert. Herausgegeben mit einem Druckkostenbeitrag der kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien. (In 2 Bd.) F. Deuticke, Wien. *1916.* I. Bd. 9 + 602 S. Mit 312 Abb. im Text u. 57 Taf.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 37. Lief. C. F. Lehmann, München.

Lackowitz, W., Flora von Berlin und der Provinz Brandenburg. Anleitung, die in der Umgebung von Berlin und bis zu den Grenzen der Provinz Brandenburg wildwachsenden und häufiger kultivierten Pflanzen auf eine leichte und sichere Weise durch eigene Untersuchung zu bestimmen. 19. verb. Aufl. Friedberg & Mode, Berlin. *1915.* 42 + 302 S. 75 Fig.

Nelsen, A., and **Macbride, J. F.**, Western plant studies. III. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 30—48.)

Rydberg, P. A., Phytogeographical notes on the Rockey Mountain region — V. Grassland of the subalpine and montane zones. (Bull. Torrey Bot. Club. *1915*. **42**, 629—643.)

Schmidt, J., Flora of Koh Chang. Part. X. (Bot. Tidsskrift. *1915*. **32**, 309 ff.)

Starr, A. M., A Mexican Agtonia. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 48—59.)

Palaeophytologie.

Foerste, A. F., Dictophlois reticulata gen. et sp. nov. (Bull. Torrey Bot. Club. *1915*. **42**, 675—679.)

Pittier, H., On the characters and relationships of the genus Monopteryx Spruce. (Bull. Torrey Bot. Club. *1915*. **42**, 623—629.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Bergen, J., Dwarfing effect of trees upon neighboring plants. (Bot. Gaz. *1915*. **60**, 491—492.)

Cook, M. T., The pathology of ornamental plants. (Ebenda. *1916*. **61**, 67—70.)

Costerus, J. C., and **Smith, J. J.**, Studies in Tropical Teratology. (Ann. jardin botan. Buitenzorg. *1916*. Sér. II. **14**, 2e partie, 83—94.)

Hasselbring, H., and **Hawkins, L. A.**, s. unter Physiologie.

O'Gava, P. J., A bacterial disease of western wheat-grass. (Science II. *1915*. **42**, 616—617.)

Orton, W. A., and **Rand, F. V.**, Pecean Rosette. (Journ. of agric. research. *1914*. **3**, 149—174.)

Sprecher, A., Der osmotische Druck des Zellsaftes gesunder und mosaikkranker Tabakpflanzen. (Ann. jardin botan. Buitenzorg. *1916*. Sér. II. **14**, 2e partie, 112—128.)

Stewart, A., An anatomical study of Gymnosporangium galls. (Am. Journ. Bot. *1915*. **2**, 402—417.)

Angewandte Botanik.

Koch, A., und **Oelsner, A.**, Einfluß von Fichtenharz und Tannin auf den Stickstoffhaushalt des Bodens und seine physikalischen Eigenschaften. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916*. **45**, 107—119.)

Leiden, R., Über Feldversuche und Ausgleichrechnung. (Landw. Jahrb. *1916*. **49**, 105—137.)

Lakon, G., Einige Erfahrungen über die Erkennung der italienischen Herkunft von Rotklee und Luzernesamen. (Ebenda. 137—147.)

Leverentz, C., Vergleichende Sortenversuche mit Dickkopf-Winterweizen in den Jahren 1908—1910. (Arb. d. d. Landw.-Ges. *1915*. Heft 278. 240 S.)

Moore, B., Notes on succession from pine to oak. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 59—67.)

Neger, F. W., Die botanische Diagnostik der Rauchschäden im Wald. (Die Naturwissenschaften. *1916*. **4**, 85—90.)

Oetken, W., Studien über die Variationen und Korrelationsverhältnisse von Gewicht und Zuckergehalt bei Beta-Rüben, insbesondere bei der Zuckerrübe. (Landw. Jahrb. *1916*. **49**, 1—105.)

Traaen, A. E., Über den Einfluß der Feuchtigkeit auf die Stickstoffumsetzungen im Erdboden. (Centralbl. f. Bakt, II. *1916*. **45**, 119—135.)

Tubeuf, C. v., Schilf (Phragmites) als Viehfutter. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. *1916*. **14**, 73—77.)

Voigt, A., **Brick, C.**, und **Brunner, C.**, Jahresbericht des Instituts für angewandte Botanik 1914/15. (Jahrb. d. Hamb. wiss. Anst. *1915*. **32**, 1—82.)

Winckel, M., Die wirtschaftliche Bedeutung der Hefe als Nahrungs-, Futter- und Heilmittel. C. Gerber, München. *1916.* 31 S.

Wilson, J. K., s. unter Technik.

Wüst, V., Die Sonnenblume (Helianthus annuus), eine wertvolle Futter-, Öl- und Honigpflanze. Ihr Anbau, ihre Pflege und Nutzung. Eine Handreichung in Kriegszeiten. A. Michaelis, Leipzig o. J. 22 S.

Technik.

Friedmann, A., Ein flammenloser versendbarer Brutschrank. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1916.* **77,** 364—367.)

Guggenheimer, R., Hefenwasserpeptonagar als Ersatz für Fleischwasserpeptonagar. (Ebenda. 363—364.)

Harris, J. A., An extension to $5{,}99^0$ of tables to determine the osmotic pressure of expressed vegetable saps from the depression of the freezing point. (Am. Journ. Bot. *1915.* **2,** 414—419.)

Keitt, G. W., Simple technique for isolating single-spore strains of certain types of fungi. (Phytopathology. *1915.* **5,** 266—269.)

Krombholz, E., Die Keimzählung mittels flüssiger Nährböden mit besonderer Berücksichtigung der Kolititerverfahren. II. Teil. (Arch. f. Hygiene. *1916.* **85,** 117—137.)

Molisch, H., s. unter Physiologie.

Wilson, J. K., Calcium hypochlorite as a seed sterilisizer. (Am. Journ. Bot. *1915.* **2,** 420—427.)

Verschiedenes.

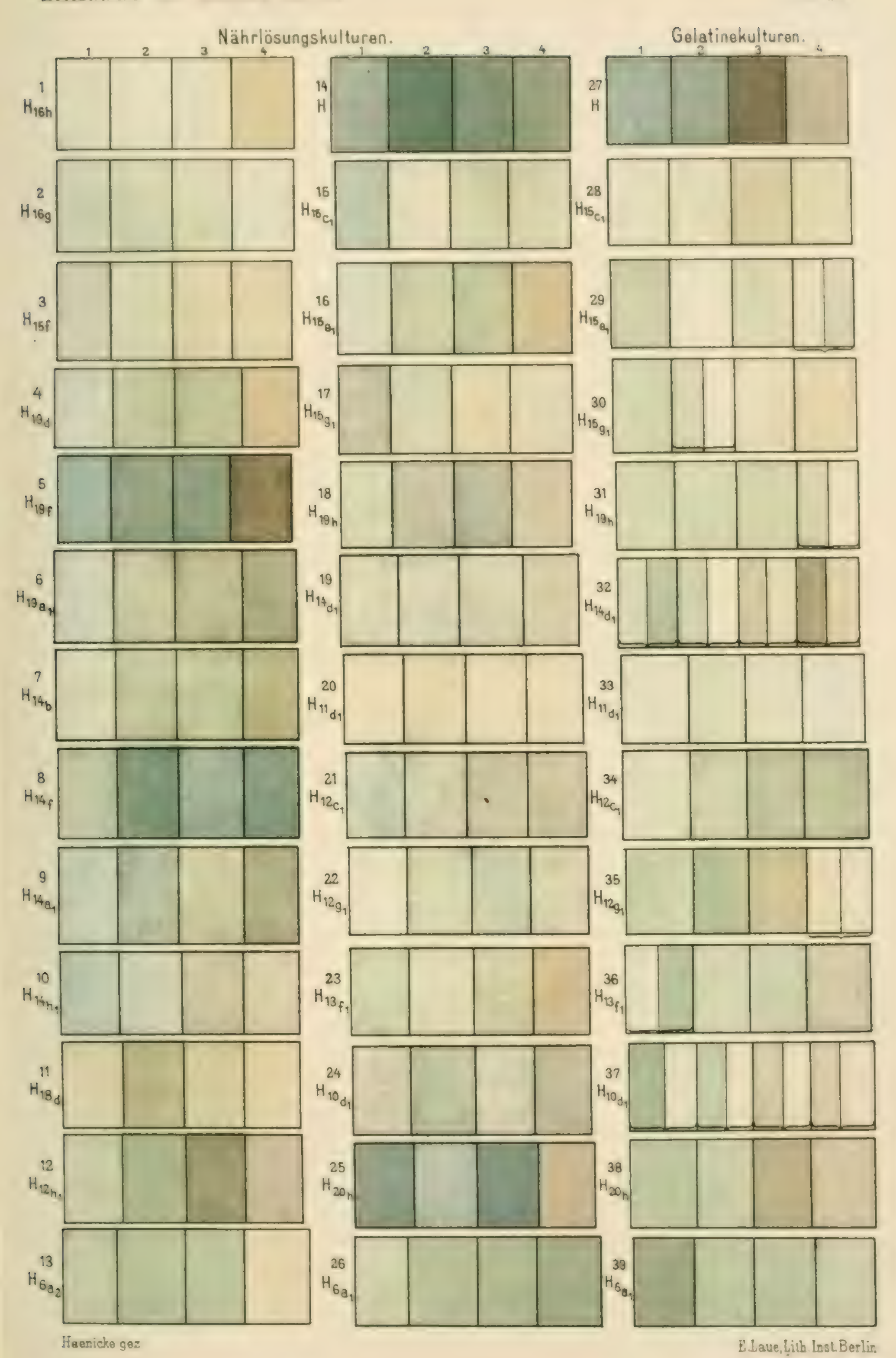
Haberlandt, G., Das pflanzenphysiologische Institut der Universität Berlin. (Beitr. z. allg. Bot. *1916.* 1—11.)

Lingelsheim, A., Pflanzenanatomische Strukturbilder in trocknenden Kolloiden. (Archiv f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. *1916.* **42,** 117—125.)

Remy, Th., Bodeneinschätzung und Bodenuntersuchung. (Landw. Jahrb. *1916.* **49,** 147—159.)

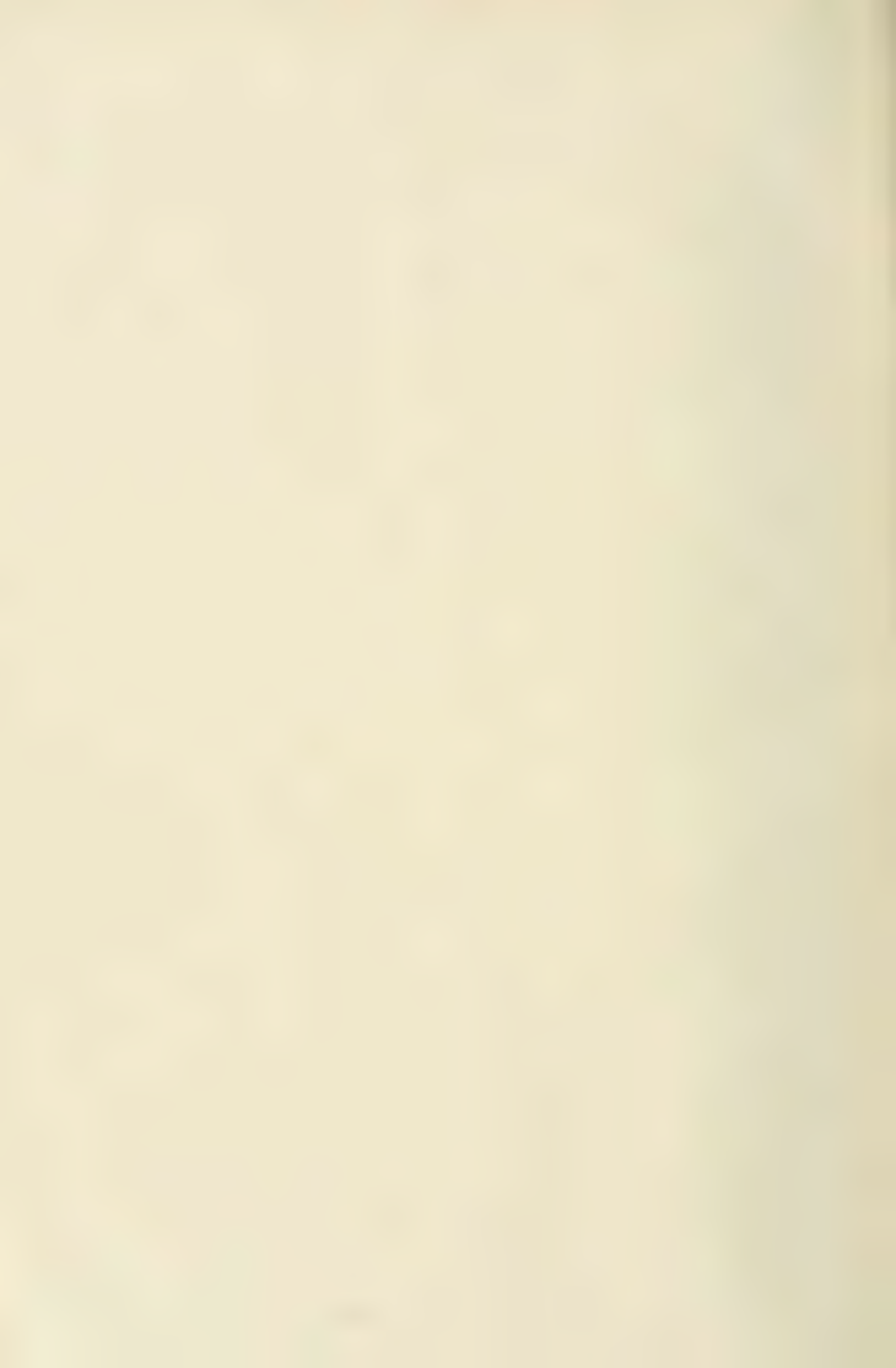
Rose, J. N., Edward Lee Greene. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 70—72.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Haenicke gez.

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.



Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten IV.

Von

Hans Kniep.

Mit Tafel III.

Über den Ursprung und die ersten Entwicklungsstadien der Basidien.

In der dritten Mitteilung über die Entwicklungsgeschichte der Hymenomyceten (vgl. diese Zeitschrift Bd. 7, 1915, S. 369 ff.) war ich zu dem Ergebnis gelangt, daß die Schnallenbildungen den Hakenbildungen der askogenen Hyphen homolog sind. Gestützt wird diese Annahme hauptsächlich dadurch, daß die Paarkerne sich während und nach der konjugierten Teilung in den Zellen des Schnallenmycels ganz ebenso verhalten wie in den askogenen Hyphen, und daß entsprechend den Hakenspitzenzellen, die sich am Grunde der Asci finden und mit der Basalzelle des Ascus verschmelzen, an der Basis der Basidien bei vielen Formen Schnallen vorkommen. Letzteres war den bisherigen Beobachtern entgangen. Es ist in der Tat in den meisten Fällen nicht ganz leicht, in Mikrotomschnitten die Basidien bis zu ihrem Ursprung zu verfolgen und die Verzweigung der basidientragenden Zellfäden festzustellen. Ich hatte mich daher auch zunächst damit begnügt, in Quetschpräparaten bei einer Reihe von Formen das Vorhandensein von Schnallen an den Basidien nachzuweisen (vgl. die Textfig. 6—15 und 17—20 des Beitrags III). Mag daraus auch mit größter Wahrscheinlichkeit hervorgehen, daß die Kernteilungsverhältnisse bei der Entstehung dieser mit Schnallen versehenen Basidien denen im Schnallenmycel völlig entsprechen, so erschien es mir dennoch nicht ganz überflüssig, den Befund nach der zytologischen Seite zu ergänzen.

Dieser kleine Nachtrag zu Beitrag III bildet den Gegenstand der folgenden Zeilen. Das angekündigte Erscheinen der Untersuchungen über die Entstehung der Zweikernigkeit bei den schnallenbildenden Hymenomyceten, die im Wesentlichen abgeschlossen sind, kann aus äußeren Gründen leider erst in einem der nächsten Hefte erfolgen.

Da die zytologische Untersuchung von Quetschpräparaten aus verschiedenen Gründen nicht zu dem gewünschten Erfolge führt, handelte es sich in erster Linie darum, ein Objekt zu finden, das die Untersuchung an Mikrotomschnitten gut ermöglicht. Ich fand ein solches in Armillaria mucida (Schrad.). Der Pilz ist in den Wäldern der Umgebung Würzburgs nicht selten und wegen seines charakteristischen Standorts (Rotbuchenstämme; meist solche, die krank und im Absterben begriffen sind) leicht auffindbar. Ich habe ihn aus Sporen und aus Fruchtkörpergewebe in Reinkultur gezogen. Auf Malzextrakt - Fleischextrakt - Agar (2½% Löflunds Malzextrakt, ¼% Liebigs Fleischextrakt, 2% Agar-Agar) bildet er mit fast unfehlbarer Sicherheit, schon im Reagenzglas, Fruchtkörper. Mit Rücksicht auf den erwähnten, eng begrenzten Standort in der Natur ist das einigermaßen merkwürdig und beruht vielleicht darauf, daß weniger die chemische Beschaffenheit des Substrats als die physikalischen Bedingungen des Milieus das Maßgebende sind. Zweifellos spielen, wie ja auch für andere Pilze bekannt ist, die Feuchtigkeitsverhältnisse für die Fruchtkörperbildung eine große Rolle. Hält man die Kulturen zu trocken, so entstehen höchstens kümmerliche Fruchtkörperanlagen, die sich nicht weiter entwickeln. Die in der Reinkultur entstehenden Fruchtkörper sind ganz normal gebaut, nur kleiner als die in der Natur gebildeten. Zytologisch verhalten sie sich völlig ebenso. Was den Pilz für die Untersuchung so geeignet macht, ist die erhebliche Größe der Basidien[1], die auch das Studium der jüngsten Entwicklungsstadien leicht ermöglicht, ferner der Umstand, daß das Hymenium im Vergleich zu anderen Hutpilzen ziemlich locker ist, so daß sich die Basidien bis an ihren Ursprung und darüber hinaus verfolgen lassen. Die Verfolgung der reichen Verästelungen

[1]) Die Basidien sind 50 bis 60 μ lang und 14 bis 16 μ breit. Die annähernd kugeligen Sporen haben den beträchtlichen Durchmesser von 15 bis 19 μ.

der subhymenialen Zellen bis zu ihren Enden, den Basidien, ist freilich auch hier keineswegs immer möglich. Schon dadurch, daß die Schnittdicke ein gewisses Maß nicht überschreiten darf, ist dem eine Grenze gesetzt. Alles, worauf es hier ankam, habe ich indessen ohne große Schwierigkeit feststellen können.

Fixiert wurde ausschließlich mit der schwachen Flemmingschen Lösung, gefärbt nach Heidenhain (Eisenalaun-Hämatoxylin). Da das Plasma der Basidien ziemlich substanzreich ist, ist es nötig, nach etwa 12 stündigem Beizen und ebenso langem Färben ziemlich stark zu differenzieren. Um die Membranen stärker hervortreten zu lassen, kann Nachfärbung mit Kernschwarz angewandt werden, doch konnte davon in den meisten Fällen abgesehn werden. Wesentlich für den Erfolg ist es, die geeignete Schnittdicke zu wählen. Allgemeine Angaben lassen sich darüber nicht machen, da man je nach dem Entwicklungsstadium der Lamellen verschieden dick schneiden muß. Für die hier hauptsächlich in Betracht kommenden Stadien erwies sich die Schnittdicke von 10—11 μ als die günstigste; für die Untersuchung älterer Stadien empfiehlt es sich, noch etwas dicker zu schneiden, bei ganz jungen Lamellen muß man auf 2—3 μ herabgehen.

Die Ergebnisse meiner Beobachtungen sind auf Tafel III dargestellt. Die Bilder bedürfen kaum einer näheren Erläuterung. Ein Vergleich derselben einerseits mit denen, die ich auf der dem Beitrag III beigegebenen Tafel II veröffentlicht habe, andrerseits mit denen, die Claussen von der Ascusentwicklung von Pyronana gibt[1], dürfte ohne weiteres die Erklärung geben. Ich beschränke mich daher auf wenige Bemerkungen.

Die Bilder sind alle bei der gleichen, 1000 fachen Vergrößerung gezeichnet (Zeiß Apochr. 2 mm num. Apert. 1,3, Kompensationsokular 8; Zeichenapparat).

Im Innern der Lamellen, etwa in der Mitte zwischen den Hymenien verlaufen die Hyphen im großen und ganzen parallel zur Lamellenoberfläche und biegen unterhalb der Hymenien

[1]) Claussen, P., Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Pyronema confluens. Zeitschr. f. Bot., 4, 1 ff. Einen Teil dieser Bilder ist in Beitrag III reproduziert. Dort sind auch die übrigen wichtigeren Arbeiten über die Ascusentwicklung angegeben. Vgl. dazu noch G. Ramlow, Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. Ascoboleen. Mykolog. Centralbl. 5, 177 ff., besonders Fig. 26 bis 30 der Tafel 1.

allmählich um, bis sie schließlich eine zur Lamellenoberfläche senkrechte Richtung einnehmen. Die Zellen dieser Hyphen sind bei Armillaria mucida durchgehends zweikernig und mit Schnallen versehen. Im Hymenium verzweigen sich die Hyphen stark. Ihre Enden und die Enden der Auszweigungen werden, sofern nicht Zystiden, deren nicht sehr viele vorhanden sind, daraus entstehen, zu Basidien; sie zeichnen sich durch erhebliche Zunahme des Querdurchmessers und Substanzreichtum aus. Auch die beiden Kerne nehmen allmählich an Volumen stark zu. Fig. 1 zeigt einen Basidienstand; in der Mitte eine junge Basidie, deren Kerne schon beträchtlich herangewachsen sind; von den beiden Zellen rechts und links davon ist nicht sicher, ob sie schon Basidien oder die Mutterzellen von solchen sind. Überall sehen wir typische Schnallen, jede Zelle enthält ein Kernpaar. Die Verzweigung findet in der Weise statt, daß am apikalen Pole einer Zelle eine Aussprossung entsteht, die sich durch Spitzenwachstum verlängert. Gelegentlich wächst die Schnalle selbst zum Seitenzweig aus (s. Fig. 14 und Fig. 3), meistens entspringt aber letzterer nicht aus der Schnalle (Fig. 1, 10, 11, 12, 13, 16). Das ist nur zufällig bei Armillaria mucida so. Es gibt Basidiomyceten, bei denen bei der Basidienbildung das Aussprossen der Seitenzweige aus den Schnallen mindestens ebenso häufig oder sogar (wie bei Pyronema das Hervorsprossen aus der ursprünglichen Hakenspitzenzelle) häufiger ist. Möglicherweise finden sich bei den Ascomyceten, von denen ja bislang nur Pyronema daraufhin genauer untersucht worden ist, ganz entsprechende Verschiedenheiten.

Nur die basalwärts von der Endzelle liegenden Zellen verzweigen sich. Eine Verzweigung der Endzelle selbst habe ich nie beobachtet. Diese erfährt indessen während der Entwicklung der Lamellen zahlreiche Teilungen, bis schließlich die zuletzt entstandene Spitzenzelle zur Basidienbildung übergeht.

Wir wollen jetzt die der Basidienausgestaltung vorausgehenden Zell- und Kernteilungen kurz verfolgen. Fig. 10 und 13 zeigen rechts unten zwei Seitensprosse, in welche das Kernpaar der basalen Zelle einwandert. Das sind die ersten Stadien seitlich entstehender Basidien oder wenigstens der Äste, deren Endzellen später zu Basidien werden. Alsbald sehen wir an diesen

Seitenästen die erste Anlage einer Schnalle auftreten (Fig. 3). Die beiden Kerne ordnen sich in der Nähe dieser Schnallenanlage an, der eine von ihnen, und zwar der apikalwärts gelegene, legt sich bald so, daß er in die Schnallenanlage hineinragt. Genau dasselbe beobachten wir bei Basidien, die sich aus Endzellen abgliedern. Fig. 2 zeigt die Schnallenanlage, in deren Nähe die beiden Kerne liegen. In Fig. 4 befindet sich der eine Kern bereits zum Teil in der Schnallenausstülpung. Beide Kerne lassen hier die ersten Anzeichen einer bevorstehenden Teilung erkennen; ihr Inhalt hat nicht mehr die feingranulierte, gleichmäßige Beschaffenheit der ruhenden Kerne. Für die Kerne der Fig. 5 gilt das in erhöhtem Maße; sie befinden sich in der Prophase der konjugierten Teilung. Die Kernmembran ist hier nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen. Das nächste Bild (Fig. 6) zeigt die beiden Spindeln. Die Kernmembran dürfte hier geschwunden sein, wenigstens keine geschlossene Hülle mehr bilden, was aus der Lage der beiden Nukleolen hervorgeht. Weitere Kernteilungsstadien sind auf Fig. 7, 8, 9 abgebildet. Während die Chromatinmassen auseinanderrücken und die Tochterkerne sich zu formieren beginnen, nehmen die Nukleolen der Mutterkerne beträchtlich an Masse ab, um schließlich zu verschwinden. In Fig. 9 ist nur noch der Rest eines Nukleolus zu erkennen (bei n). Die (haploide) Chromosomenzahl scheint mindestens 4 zu sein, doch ließ sich darüber kein bestimmtes Urteil gewinnen. Im nächsten Stadium sehen wir einen kleinen Kern in der Schnallenanlage, einen in der darunter gelegenen (Basal-) Zelle und zwei in der Endzelle (Fig. 10, 11 u. 3). Die Schnallenanlage ist in diesem Stadium, wie ich hier sicher feststellen konnte, bereits durch eine schräge Wand von der Endzelle abgegliedert. Man kann also in diesem Stadium von einer Schnallen*zelle* sprechen, ohne in den Irrtum zu verfallen, der früher mit dieser Bezeichnung verbunden war. Bald darauf verschmilzt die Schnallenzelle mit der Basalzelle und ihr Kern wandert über, so daß letztere zweikernig wird (Fig. 12, 13, 14, 1). Die Überwanderung geht offenbar sehr schnell vor sich, was ich daraus schließe, daß ich trotz langen Suchens das Stadium des Kernübertritts selbst nicht gefunden habe. An ihrem Vorhandensein kann aber kein Zweifel bestehen.

Übrigens habe ich im Schnallenmycel Kerne, die im Begriff sind, aus der Schnalle in die Basalzelle zu wandern, gesehen und auf Tafel II Fig. 18 u. 19 des Beitrags III abgebildet.

Wenn die Endzelle keine weiteren Teilungen erfährt (die gegebenenfalls genau in der beschriebenen Weise vor sich gehen), so wird sie zur Basidie. In diesem Falle vergrößern sich die beiden Kerne und die ganze Zelle nimmt an Länge und Breite erheblich zu (Fig. 11, 12, 13, 14). Auch das Plasma vermehrt sich, doch hält diese Vermehrung mit der Volumzunahme nicht gleichen Schritt, was aus der Zunahme des Gesamtvolumens der Vakuolen hervorgeht. Nach einiger Zeit verschmelzen in der jungen Basidie die beiden Paarkerne zum sekundären Basidienkern. Auch diese Verschmelzung vollzieht sich ohne Zweifel sehr schnell. In Lamellenschnitten, welche zweikernige und einkernige Basidien gleichzeitig enthalten, findet man nur sehr selten Verschmelzungsstadien. Fig. 15 ist eines abgebildet.

Die weitere Entwicklung der Basidien ist hinlänglich bekannt. Da Armillaria mucida keine Besonderheiten zeigt, verzichte ich auf eine nähere Beschreibung der folgenden Stadien. Zum Überfluß habe ich in Fig. 16 eine Basidie mit dem sekundären Kern im Knäuelstadium, in Fig. 17 eine vierkernige Basidie, deren Sterigmen in der Entwicklung begriffen sind, abgebildet. Über die Reduktionsteilung des sekundären Kerns und über die Bildung der vier Kerne kann ich nichts Neues hinzufügen. Gerade für das Studium dieser Kernteilungsbilder ist Armillaria mucida kein besonders günstiges Objekt, trotz der Größe der Basidien. Die Basidien pflegen dann in ihrem apikalen Teil (wo diese Teilungen stattfinden) so inhaltsreich zu sein, daß die gute Differenzierung der Mitosen schwer ist.

Ein Vergleich der auf Tafel III wiedergegebenen Bilder mit denen auf Tafel II des Beitrags III zeigt ohne weiteres, daß die zytologischen Vorgänge, die sich bei der Basidienentstehung abspielen, völlig übereinstimmen mit denen, die bei der Teilung der Zellen des Schnallenmycels beobachtet werden. Andrerseits ist die Ähnlichkeit zwischen der geschilderten Basidienbildung und der Askusbildung, wie sie von Claussen bei Pyronema

beschrieben worden ist, eine so auffallende, daß jeder Zweifel an der Homologie beider Organe, falls ein solcher noch bestehen sollte, verstummen muß.

Würzburg, Botanisches Institut. März 1916.

Figurenerklärung.

Tafel III.

1. Teil des jungen Hymeniums. Die mittlere Endzelle ist eine junge Basidie im Zweikernstadium. Die Zellen rechts und links davon werden ebenfalls — eventuell nach nochmaliger Querteilung — zu Basidien.
2. Zelle im Hymenium kurz vor der Teilung, mit Schnallenanlage.
3. Rechts junge Basidie mit kernhaltiger Schnallenzelle an der Basis; links durch Auswachsen einer Schnalle entstandener Seitenzweig mit Schnallenanlage.
4. Zelle aus dem Hymenium mit Schnallenanlage, in welche ein Kern hineinragt. Beide Kerne lassen die ersten Vorbereitungen zur konjugierten Teilung erkennen.
5. Etwas weiter fortgeschrittenes Stadium; die Kerne in der Prophase der Teilung.

6—9. Weitere Stadien der konjugierten Teilung; n (in Fig. 9) Rest eines Nukleolus.

10. Junge Basidie kurz nach der Teilung. Schnallenzelle mit Kern. Unten rechts ein aussprossender Seitenzweig, in den die beiden Kerne der basalen Zelle einwandern.
11. Wie 10.
12. Junge Basidie; die Schnalle ist mit der Basalzelle verschmolzen und der Schnallenkern in letztere übergewandert.
13. Wie 12; an der Spitze der Basalzelle sproßt ein Seitenzweig aus, in den die beiden Kerne einwandern.
14. Wie 13; die Schnalle an der Basis der Basidie hat eine kurze Ausstülpung (erste Anlage einer Basidie) gebildet.
15. Junge Basidie, deren beide Kerne in der Verschmelzung begriffen sind.
16. Basidie mit sekundärem Kern im Knäuelstadium.
17. Vierkernige Basidie mit Anlage der Sterigmen. Das hintere Sterigma ist durch das vordere verdeckt.

Besprechungen.

Publikationen über die Biologie der Uredineen im Jahre 1915[1].

Sammelreferat von Ed. Fischer.

Entwicklungsgeschichte. Eine eingehende und sehr klar dargestellte Studie über den ganzen Entwicklungsgang der Uredineen und damit zusammenhängende theoretische Fragen gibt Frau F. Moreau (13). Ihre Arbeit zerfällt in drei Hauptabschnitte: 1. die Entstehung der Zweikernphase, 2. die Kernverschmelzung und die Reduktion, 3. die Spermatienfrage und die Evolution der Sexualität bei den Uredineen. Die eigenen Untersuchungen der Verfasserin über den ersten Punkt wurden am Phragmidium subcorticium, Puccinia Violae, Endophyllum Euphorbiae var uninucleatum, sodann an einigen äcidienlosen Uredineen: Puccinia Malvacearum, P. Buxi, Uromyces Ficariae und U. Scillarum ausgeführt und bestätigen im wesentlichen die bisherigen Resultate anderer Forscher. Von besonderem Interesse ist das erwähnte Endophyllum, bei welchem die ganze Entwicklung haploid verläuft, indem bei der Anlage der Sporenketten keine Zellfusion stattfindet und mithin die Bildung eines Kernpaares unterbleibt. Trotzdem geht die Entwicklung der Basidie normal vor sich. Man muß dabei natürlich hier ein Ausbleiben der Reduktionsteilung postulieren. Da bei Endophyllum die Differenzierungsvorgänge bei der Anlage der äcidienartigen Teleutosporenlager komplizierter sind als bei typischen Äcidien, so hält Frau Moreau diese Gattung und speziell auch die Forma uninucleata für eine abgeleitete rezentere. Ref. möchte gerade umgekehrt in solchen Fällen des Ausbleibens der Doppelkernbildung ein Argument zu gunsten der Groveschen Ansicht (s. unser Sammelreferat in dieser Zeitschrift Jahrg. **6**, 625) erblicken, nach welcher Endophyllum den ursprünglichsten Entwicklungstypus der Uredineen repräsentiert, finden wir ja doch auch unter den Ascomyceten parthenogenetische Ascusbildung nur bei den primitivsten Formen, nämlich

[1]) Nachträglich hinzugenommen sind auch zwei Arbeiten aus dem Jahre 1914.

bei den Protascineen. Derartige einkernige Endophyllumformen gibt es offenbar noch mehr, denn Poirault (14) beschreibt die gleiche Erscheinung für sein E. Centranthi rubri. — Nicht minder interessant ist der Befund von Frau Moreau, nach welchem bei Uromyces Scillarum, einer Mikroform, schon das Mycel doppelkernige Zellen besitzt. Leider konnte nicht festgestellt werden wo diese Doppelkerne entstehen; wahrscheinlich geschieht es in einem sehr frühen Stadium: »il nous parait vraisemblable de croire qu'elle se produit dès la germination de la sporidie ou à un moment précoce du développement sans que rien dans la morphologie des cellules ne trahisse l'existence des phénomènes intimes qui modifient leur structure nucléaire«. Es könnten hier also Verhältnisse vorliegen wie sie Kniep bei den Hymenomyceten festgestellt hat. Im Anschluss an diese Untersuchungen diskutiert die Verfasserin die Frage, ob die Zellfusion, welche zur Doppelkernbildung führt, als Sexualakt aufzufassen sei und kommt, als Schülerin von Dangeard, zum Schlusse, daß nicht die Zellverschmelzung, sondern die in der Teleutospore vor sich gehende Kernverschmelzung das zentrale Phänomen des Geschlechtsvorganges darstellt. — Die Reduktionsteilung in der Basidie wurde für verschiedene Coleosporiumarten sehr eingehend verfolgt. Dabei bestätigte Frau Moreau, daß die diploide Chromosomenzahl vier beträgt und daß von den beiden Teilungen die erste heterotypisch ist. — Die Ansichten der Verfasserin über die Evolution der Sexualverhältnisse der Uredineen haben wir bereits in unserem leztjährigen Sammelreferat kurz skizziert. Sie werden in der vorliegenden Arbeit ausführlicher entwickelt: Die Urformen der Uredineen würden nach dieser Auffassung getrennte Gametophoren besessen haben, die eine Reihe von übereinanderliegenden Gametangien trugen. Von diesen Gametangien hätten sich dann die einen (die ♂) im Laufe der Zeit zu Spermatien abschnürenden Hyphen umgewandelt und ihre einzelnen Gametangien wären zu Spermatien geworden; die andern (die ♀) hätten sich zur Basalzelle einer »Präăcidiosporenkette« ausgebildet und es hätten nun Kopulationen zwischen Spermatien und Präăcidiosporen stattgefunden. Dann wäre Funktionsverlust der Spermatien eingetreten und damit Hand in Hand Kopulation zwischen den Basalzellen nebeneinanderstehender Präăcidiosporenketten, wie dies noch heute der Fall ist. Den letzten Rest dieser Präăcidiosporenketten findet man noch in der über den kopulierenden Zellen oft noch vorhandenen Zelle (sog. Trichogyn), an deren Stelle zuweilen auch eine kurze Zellreihe beobachtet wird. Diese ganze komplizierte Konstruktion ist ein neuer Versuch, den ursprünglich sexuellen Charakter der Spermatien aufrecht zu erhalten und mit den heute bekannten

Tatsachen in Einklang zu bringen. Allein wie viel einfacher würde sich die ganze Vorstellung der Evolution der Sexualverhältnisse der Uredineen gestalten, wenn man sich endlich dazu entschließen könnte, auf diese Spermatiensexualität zu verzichten und sich die Uredineen vorstellen würde als Parallelformen zu den Protascineen, bei denen durch Kopulation zweier benachbarter Zellen (Gametangien) statt eines Ascus eine Äcidiospore oder genauer eine Äcidiosporenmutterzelle entsteht, bzw. wenn man sie von phykomycetenartigen Pilzen ableiten würde, bei welchen an Stelle der Zygote eine Äcidiosporenmutterzelle getreten ist. Für diese Auffassung ist es von ganz untergeordneter Bedeutung ob der Kopulationsvorgang streng isogam verläuft, wie es seit Christmans Untersuchung für viele Uredineen festgestellt worden ist, oder ob er heterogam ist, wie bei Phragmidium violaceum, wo nach Blackman ein Kernübertritt aus einer »vegetativen« in die »fertile Zelle« stattfindet. Man hat allerdings den Einwand erhoben, es seien die von Blackman beschriebenen Kernübertrittsbilder Kunstprodukte oder es handle sich dabei um eine pathologische Erscheinung. Welsford (16) unterwarf aber Phragmidium violaceum einer erneuten Untersuchung, die ihn dazu führte Blackmans Angaben voll und ganz zu bestätigen.

Für verschiedene Uredineen wurde durch Sporenaussaat und Kulturversuche der Entwicklungsgang klargelegt: So zeigten Arthur und Fromme (2), daß das auf Malvaceen vorkommende Äcidium tuberculatum ein Endophyllum ist; die charakteristische Sporenkeimung wurde jedoch nur auf (nicht nährender) Gelatine, nicht aber in Wasser erzielt. Bei Uromyces elegans (B. et C.) Arth. auf Trifolium carolinianum und bei Puccinia nodosa Ell. et Hark auf Brodiaea pauciflora erhielt Arthur (1) durch Äcidiosporenaussaat auf dem nämlichen Wirt Teleutosporen, ferner wies für Puccinia splendens derselbe Autor nach, daß es sich um eine Auteupuccinia handelt.

Überwinterung. Durch die zahlreichen Arbeiten über Uredoüberwinterung bei den Uredineen, welche wir in unsern früheren Sammelreferaten besprochen haben, dürfte nun das häufige Vorkommen von Uredoüberwinterung allem Zweifel entrückt sein. Eine weitere Bestätigung bringt L. Hecke (9) für den Gelbrost. Er betont aber dabei, daß mit einer günstigen Überwinterung des Rostes allein noch keineswegs ein Rostjahr verbunden zu sein braucht; für die Entstehung eines solchen ist vielmehr wohl die Witterung im Frühjahr maßgebend. Aber welcher Witterungseinfluß dabei die Hauptrolle spielt, das entzieht sich nach Hecke vorläufig der Beurteilung (vgl. auch unten den Abschnitt Empfänglichkeit). — Daß mit der Feststellung der Möglichkeit von

Uredoüberwinterung indeß noch nicht alle Überwinterungsschwierigkeiten behoben sind, geht aus den Erörterungen von G. Jacob (10) über Puccinia Polygoni amphibii hervor: diese Uredinee überwintert an dem von dieser Beobachterin näher untersuchten Standorte offenbar nur durch die massenhaft entwickelten Teleutosporen (und nicht durch Uredo); um so auffälliger ist es, daß dort die zugehörigen Äcidien auf Geranium nicht gefunden werden konnten und überhaupt in der Schweiz äußerst selten zu sein scheinen.

Einfluß der Uredineen auf ihren Wirt. Schellenberg (15) untersuchte an Zweigen von Hexenbesen, u. a. derjenigen von Melampsorella Caryophyllacearum auf Weißtanne, die Frage, ob erkrankte Organe von Holzgewächsen sich in Bezug auf ihre winterliche Ruheperiode anders verhalten als gesunde. Er kommt dabei zum Schlusse, »daß bei diesen Objekten eine eigentliche Ruhe oder autogene Ruhe nicht vorhanden ist; denn es gelingt ohne weitere Hilfsmittel von Anfang November an die Knospen nur durch die Wirkung der Wärme und Wasserzufuhr zum Austreiben zu bringen und anderseits zeigt die Beobachtung des verletzten Hexenbesens, daß noch Ende September infolge Rückschnitt ein Knospenaustrieb erfolgt. Die Winterruhe der Hexenbesen ist somit eine erzwungene Ruhe. Die Mittel, um diese Ruhe zu erzwingen, sind sicher nicht allein die niedrige Außentemperatur, sondern auch das Ausbleiben der Wasserzufuhr sowie die Zufuhr der Assimilate aus dem gesunden Teile des Baumes spielen dabei eine gewisse Rolle«.

Einfluß des Wirtes auf die Entwicklungs- und auf die morphologischen Verhältnisse der Uredineen. F. Grebelsky (8) fand, daß die Stellung der Uredolager im allgemeinen von der Lage der Spaltöffnungen der Wirtspflanze abhängig ist, während die Teleutosporenlager in dieser Hinsicht je nach den Spezies ein verschiedenes Verhalten zeigen, indem es Fälle gibt, wo sie von den Spaltöffnungen ganz unabhängig sind. In vorliegender Arbeit werden die bezüglichen Versuche und Beobachtuugen ausführlich dargestellt; da wir aber an der Hand einer vorläufigen Mitteilung schon in unserem vorletzten Sammelreferate von den Hauptergebnissen der Arbeit Kenntnis genommen haben, so begnügen wir uns hier mit diesem kurzen Hinweise.

Eine bereits mehrfach diskutierte Frage ist die, von was für Faktoren das Eintreten der Teleutosporenbildung abhängig ist. Nachdem schon Magnus als Hauptmoment für dieselbe die Erschöpfung der Nährpflanze in Betracht gezogen und Morgenthaler die experimentelle Bestätigung dieser Annahme besonders für Uromyces Veratri erbracht hatte, führt Gassner (5) die Bedeutung dieses Faktors speziell für die

Gramineenroste in eingehenderer und konsequenter Weise durch. Da aber die interessante Arbeit in dieser Zeitschrift erschienen ist, so gehen wir nicht auf Einzelheiten ein, sondern erwähnen nur das Hauptergebnis: Gassner zeigt, gestützt auf Versuche und Beobachtungen, die er in Uruguay ausgeführt hat, daß es für die verschiedenen Grasroste ein bestimmtes Entwicklungs- bzw. Erschöpfungsstadium der Wirtspflanze gibt, durch welches der Beginn der Teleutosporenbildung ausgelöst wird. Dieses Stadium ist aber für verschiedene Roste nicht das gleiche: Pucc. graminis erfordert zum Eintreten der Teleutosporenbildung ein ungleich weiter fortgeschrittenes Erschöpfungsstadium der betreffenden Pflanzenteile als P. coronifera und P. triticina. In der Diskussion seiner Resultate führt Gassner an der Hand zahlreicher Beispiele und Erfahrungen anderer Autoren den Gedanken aus, daß diesem Faktor eine allgemeine Bedeutung für die Teleutosporenbildung der Uredineen überhaupt zukommt. Dagegen lehnt er auf das Bestimmteste eine direkte Einwirkung der klimatischen Faktoren ab. Es müssen somit auch die Resultate Iwanoffs eine Umdeutung erfahren, mit der sich übrigens auch Ref., unter dessen Leitung die letztere Arbeit entstanden ist, einverstanden erklären muß; denn er erinnert sich noch sehr gut, daß die von Iwanoff auf dem Faulhorn kultivierten Pimpinellapflanzen sich dort in kränkelndem Zustande befanden.

Man kann nun im Anschluß hieran die weitere Frage aufwerfen, ob der Wirt nicht auch einen Einfluß auf die morphologischen Verhältnisse der Uredineen auszuüben vermag. Es tauchen von Zeit zu Zeit immer wieder Angaben auf, nach welchen plurivore Uredineen auf ihren verschiedenen Wirten kleine mophologische Unterschiede, z. B. in ihrer Sporengröße usw. zeigen können. Wir haben bereits früher (Sammelreferat in dieser Zeitschrift V 1913 p. 478) darauf verwiesen, daß Freeman und Johnson bei Überzüchtung von Pucc. graminis von einer Graminee auf eine andere Veränderungen in den Größenverhältnissen der Uredosporen beobachtet zu haben glauben. Eine viel auffallendere Erscheinung will nun auch Long (11) für Pucc. Ellisiana und P. Andropogonis gefunden haben, die beide ihre Teleutosporen auf Andropogon bilden und beide ihre Äcidien sowohl auf Violaarten wie auf Pentstemon entwickeln sollen. Nach Long nehmen nun die Äcidien von Pucc. Ellisiana, wenn sie auf Pentstemon auftreten, im wesentlichen die Beschaffenheit derjenigen von P. Andropogonis an, und umgekehrt zeigen die Äcidien von P. Andropogonis auf Viola den Charakter derjenigen von Pucc. Ellisiana. Leider stand uns die Originalarbeit nicht zur Verfügung, so daß wir Longs Beweisführung nicht näher verfolgt haben, aber da

beide Puccinien den gleichen Teleutosporenwirt (Andropogon) besitzen, so können wir den Verdacht nicht ganz unterdrücken, daß das in beiden Reihen von Versuchen verwendete Infektionsmaterial eine Beimischung von Teleutosporen der andern Spezies enthalten habe. — Einen womöglich noch eigentümlicheren derartigen Fall bringt aber B. O. Dodge (4): Auf Chamaecyparis thyoides leben zwei Gymnosporangien; G. biseptatum und G. fraternum. Die Äcidienform des ersteren ist Roestelia Botryapites auf Amelanchier canadensis und intermedia mit sehr eigentümlichen langen, skulpturlosen Peridienzellen, für G. fraternum wies Dodge selber Roestelia transformans auf Aronia nigra als Äcidiumform nach; dieselbe hat ganz anders aussehende, deutlich warzig skulptierte Peridienzellen. Nun soll aber nach Dodge G. fraternum auch auf Amelanchier übergehen und dort Äcidien produzieren, die sich von Roestelia Botryapites nicht unterscheiden! Man würde demnach hier vor der Tatsache stehen, daß die Wirtspflanze in ganz auffälliger Weise die morphologische Beschaffenheit der Äcidien direkt beeinflußt. Wenn wir uns auch der Annahme nicht unbedingt verschließen wollen, daß der Wirt auf den Parasiten bis zu einem gewissen Punkte morphologisch verändernd einwirken kann, so müssen wir gestehen, daß wir uns einem derart krassen Falle gegenüber denn doch skeptisch verhalten. Zur Stütze seiner Ausführungen bringt zwar Dodge Versuche: er infizierte Chamaecyparis mit Sporen der Roestelia transformans, und mit den Teleutosporen, die dann im folgenden Frühjahr erschienen, erzog er auf Amelanchier die Roestelia Botryapites. Allein bei genauerer Durchsicht der vom Verf. mitgeteilten Versuchsprotokolle kann man einen Zweifel nicht ganz unterdrücken darüber, ob die im Versuch 419 aufgetretenen, zur erfolgreichen Infektion von Amelanchier verwendeten Teleutosporen wirklich Gymnosporangium fraternum waren und nicht vielmehr am Ende doch junge blattbewohnende G. biseptatum, die einer früheren, spontanen Infektion ihren Ursprung verdankten. Bei der großen theoretischen Bedeutung der ganzen Frage wäre es vor allem wichtig, ganz einwandfreie Versuche zur Verfügung zu haben.

Heteroecie. In der Gattung Chrysomyxa war bisher nur für drei Arten (Chr. Ledi, ledicola, Rhododendri) die zugehörige Äcidienform nachgewiesen. K. Miyabe (12) gelang dieser Nachweis nun noch für eine weitere Spezies, nämlich die auf Rhododendron brachycarpum lebende Chrysomyxa expansa. Auch hier ist der Äcidienwirt eine Picea, nämlich P. ajanensis. — In N.-Amerika wies, wie bereits oben erwähnt wurde, Dodge (4) als Äcidienform zu Gymnosporangium fraternum die Roestelia transformans auf

Aronia nigra und arbutifolia nach. Endlich stellte Arthur (1) fest, daß die von ihm aufgestellte, auf Carex filiformis lebende Pucc. minutissima ihre Äcidien auf Decodon verticillatum bildet. Ausserdem führte er noch eine Reihe von Versuchen aus, durch die frühere Befunde über heteroccische Arten bestätigt und erweitert werden.

Spezialisation und Artunterscheidung nach dem biologischen Verhalten. Es gewährt ein besonderes Interesse, die Spezialisation bestimmter Uredineen in weit voneinander getrennten Gebieten zu studieren, weil sich da oft bemerkenswerte Verschiedenheiten ergeben. G. Gassner (6) hat eine derartige Untersuchung für die Getreideroste in den La Plata-Ländern gemacht und kam dabei zu folgenden Schlüssen: Pucc. graminis tritt nur in einer einzigen Form auf, die sehr wenig spezialisiert ist, indem sie in starkem Maße Weizen, Gerste, Lolium temulentum, schwächer Uruguayhafer, Dactylis glomerata, Lolium perenne und Alopecurus pratensis, und nur sehr selten und ganz vereinzelt Roggen, mitteleuropäische Hafersorten, Lolium multiflorum und Phleum pratense befällt. Pucc. triticina tritt außer auf Weizen auch vereinzelt auf Roggen auf, entsprechend Erikssons Befunden. Pucc. coronifera erscheint in zwei scharf getrennten Formen: f. sp. Lolii (stark auf Lolium perenne und temulentum, selten und schwach auf L. multiflorum) und f. sp. Avenae. Letztere befällt die mitteleuropäischen Hafersorten so intensiv, daß deren Anbau in Uruguay einfach unmöglich ist; dagegen erweist sich als widerstandsfähiger der sog. Uruguayhafer, ein schon seit vielen Jahrzehnten im Lande nachgebauter und akklimatisierter Landhafer. Pucc. Maydis findet sich sehr regelmäßig auf Mais, aber niemals auf Sorghum, ebenso konnte das von Carleton angegebene Übergehen von P. Maydis auf Euchlaena mexicana nicht bestätigt werden.

Für Pucc. Arenariae, die bekanntlich auf sehr zahlreichen Caryophyllaceen sowohl aus der Gruppe der Sileneen als auch der Alsineen auftritt, lag die Frage sehr nahe, ob sie nicht spezialisiert sei; aber bisher war bezüglich des Übergehens von einer Wirtsgattung auf die andere noch sehr Weniges bekannt. F. Wille (17) unterzog daher diese Verhältnisse einer näheren Untersuchung und bestätigte, daß jedenfalls eine weitgehende Spezialisation nicht vorliegt; immerhin aber schienen durch die von Melandryum dioicum stammenden Sporen Sileneen zahlreicher infiziert zu werden als durch die von Moehringia trinervia herrührenden und vice versa.

Bei Melampsora Lini hatten schon Koernicke und Palm, gestützt auf biologische und morphologische Verhältnisse, die auf Linum

usitatissimum lebende Form von derjenigen auf L. catharticum abgetrennt und M. liniperda genannt. Alex. Buchheim (3) bestätigte dies und zeigte daß auch Linum alpinum, L. tenuifolium und wohl auch L. strictum je eine besondere biologische Art beherbergen.

G. Jacob (10) unterwarf verschiedene Geraniumbewohnende Uredineen einer experimentellen Untersuchung behufs Abklärung einiger nicht vollkommen gelösten Fragen der Artunterscheidung. Es waren das zunächst Pucc. Polygoni und P. Polygoni amphibii. Erstere lebt auf Polygonum convolvulus und dumetorum, letztere auf P. amphibium; in bezug auf ihre Äcidienwirte unterscheiden sie sich insofern, als Pucc. Polygoni amphibii auf mehrere Geranien übergeht, die von Pucc. Polygoni nicht befallen werden, während sämtliche von Pucc. Polygoni bewohnten Geranien auch von P. Polygoni amphibii besiedelt werden können. Ein ähnliches Verhältnis besteht zwischen den beiden autoecischen Arten Uromyces Geranii und U. Kabatianus, die ebenfalls eine Reihe von Wirten gemeinsam haben, wobei aber U. Kabatianus gewisse Wirte des U. Geranii, so vor allem G. silvaticum meidet. Übrigens bestehen zwischen diesen beiden Arten, wie schon Bubák gezeigt hat, auch Verschiedenheiten in bezug auf die Sporenform, die von G. Jacob durch Variationskurven veranschaulicht werden. Sehr interessant sind die Verhältnisse von Pucc. Geranii silvatici. Diese ist in Europa trotz der weiteren Verbreitung ihres Wirtes Geranium silvaticum auschließlich nordisch-alpin. Da man aber in andern Weltteilen dieselbe Spezies auf anderen Geraniumarten kennt, so kam Magnus zur Annnahme, es gebe bei ihr verschiedene geographisch-biologische Arten. Damit steht nun aber im Widerspruch die Feststellung von G. Jacob, wonach P. Geranii silvatici von G. silvaticum auf G. rotundifolium übertragbar ist, auf welch letzterem der Pilz bisher in Südamerika, aber nicht in Europa bekannt war.

Empfänglichkeit. Hand in Hand mit den beiden Untersuchungen, über die wir oben berichtet haben, machte Gassner (7) an den Getreiderosten in Uruguay auch Beobachtungen über die Bedingungen, unter denen der Rostbefall erfolgt. Sehr interessante Befunde ergab dabei zunächst die Frage, ob das Entwicklungsstadium der einzelnen Teile der Nährpflanze oder das Gesamtentwicklungsstadium der Pflanze einen Einfluß auf die Empfänglichkeit hat: Während bekanntlich die Basidiosporen nur jugendliche Pflanzenteile zu infizieren vermögen, nahm man bisher meistens an, daß Äcidiosporen und Uredosporen ausgewachsene Blätter mindestens ebensogut infizieren wir junge. Immerhin lagen auch schon einzelne abweichende Angaben vor: so fand

Krieg, daß bei Ranunculus- und Gramineen bewohnenden Uromycesarten die Infektion von Gräsern durch die Äcidiosporen auf jungen Blättern leichter zu erfolgen schien als auf ältern. Für die Uredosporen zeigt nun Gassner, daß sowohl jüngere wie ältere Blätter infiziert werden können, daß aber eine obere Grenze existiert, indem die ausgewachsenen Pflanzenteile höchstens bis zu demjenigen Entwicklungsstadium infizierbar sind, in welchem die Teleutosporenbildung noch nicht einsetzen würde (s. oben unter »Bedingungen zur Teleutosporenbildung«). Die Länge der Zeitspanne zwischen Erlöschen der Infizierbarkeit und Beginn des Teleutosporenbildungsstadiums scheint dabei je nach den Arten zu schwanken. Diese Feststellung erklärt gewisse Mißerfolge, die man zuweilen bei Infektionsversuchen in vorgerückter Jahreszeit konstatiert; Ref. verweist z. B. auf einen von P. Cruchet erwähnten Fall, in welchem am 15. September Mentha arvensis mit gut keimfähigen Uredosporen der Pucc. Menthae von der gleichen Wirtsspezies nicht infiziert werden konnten. Weiter stellte dann aber Gassner für Pucc. graminis fest, daß abgesehen von der verschiedenen Empfänglichkeit der einzelnen Teile der Nährpflanze in verschiedenen Altersstadien auch das Gesamtentwicklungsstadium des Wirtes einen Einfluß hat und zwar so: im allgemeinen waren jüngere Pflanzen widerstandsfähig gegen Uredoinfektion, während solche in ältern Stadien stark befallen wurden; bei ältern Pflanzen waren Neuinfektionen durch Pucc. graminis auch auf den jüngsten Blattspreiten festzustellen, während die entsprechenden Blattspreiten der jüngeren Pflanzen meist rostfrei blieben. Man kann also in gewissem Sinne den Schwarzrost als eine Alterskrankheit bezeichnen im Gegensatz zu Fusarium, das nach Schaffnit eine Kinderkrankheit des Roggens darstellt. Mit Recht weist Gassner darauf hin, daß das ein Punkt ist, der bei künstlichen Infektionsexperimenten, für die ja zumeist junge Pflanzen verwendet werden, in Berücksichtigung gezogen werden muß, besonders bei der Beurteilung negativer Versuchsergebnisse. Bei Pucc. triticina, coronifera und Maydis ließ sich ein derartiger Einfluß des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze auf das Rostauftreten nicht oder nur in geringem Grade aufweisen. — Diese Verhältnisse müssen nun natürlich sehr in Betracht gezogen werden, wenn es sich darum handelt die Abhängigkeit des Auftretens der Rostkrankheiten von klimatischen und andern äußern Faktoren zu beurteilen. Dabei fand nun Gassner wiederum ein verschiedenes Verhalten der verschiedenen Roste: Für Pucc. graminis sind die klimatischen Verhältnisse, wie sie der Sommer und Spätsommer in Uruguay bieten, dem Auftreten am günstigsten, während beim Übergang vom Sommer zum Herbst zunächst

eine Beschränkung des Auftretens auf die ältern Entwicklungsstadien des Wirtes und mit dem Übergang zum Winter ein völliges Erlöschen des Rostbefalls feststellbar ist. Dabei sei ausdrücklich hervorgehoben, daß Gassner das ganze Jahr hindurch Pflanzen verschiedener Entwicklungsstadien zur Verfügung hatte. Anders verhält sich Pucc. triticina; diese bildet in Uruguay während des ganzen Jahres Rostlager, am stärksten im Sommer und Herbst, am schwächsten im Winter. Bei Pucc. coronifera macht sich der Einfluß der Jahreszeiten auf Uruguayhafer in anderer Weise bemerkbar als auf mitteleuropäische Hafersorten: bei ersterem fallen die stärksten Rostintensitäten auf den Sommer, die schwächsten auf den Übergang vom Winter zum Frühjahr, bei letzteren dagegen fällt das Maximum des Auftretens auf Frühjahr und Herbst, das Minimum auf den Hochsommer. Diese Verhältnisse sind nach Gassners Auffassung in erster Linie auf eine indirekte Einwirkung der klimatischen Faktoren, d. h. auf eine Beeinflussung der Empfänglichkeit des Wirtes zurückzuführen. Dabei sieht Gassner — unter der Voraussetzung, daß die Luftfeuchtigkeit (wie das für Uruguay zutrifft) eine genügende ist — als wichtigsten in Betracht fallenden Faktor die Temperatur an. In bezug auf die Abhängigkeit des Rostauftretens von andern, nicht klimatischen äußern Faktoren wurde endlich folgendes konstatiert: Feuchte Bodenlage ist bei Pucc. coronifera, in weniger auffälliger Weise auch bei Pucc. triticina rostfördernd. Die physikalische Beschaffenheit des Bodens an sich spielt dagegen keine Rolle, ebenso auch nicht die chemische Bodenbeschaffenheit und Düngung, natürlich immer unter der Voraussetzung, daß Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien verglichen werden. Es kann aber bei Pucc. graminis ein scheinbarer Einfluß der Düngung dadurch zustande kommen, daß verschiedene Düngungsmittel eine verschieden rasche Entwicklung der Pflanze bedingen. Endlich konnte Gassner auch keinen Einfluß der Saatdichte auf den Rostbefall konstatieren.

Literatur-Verzeichnis.

1. Arthur, J. C., Cultures of Uredineae in 1912, 1913 and 1914. Mycologia. 1915. **7**, 61—89.
2. —, and Fromme, F. D., A new North-American Endophyllum. Bull. Torrey Botanical Club. 1915. **42**, 55—61. Plate 2.
3. Buchheim, Alex., Zur Biologie von Melampsora Lini. Berichte d. d. bot. Ges. 1915. **33**, 73—75.
4. Dodge, B. O., The effect of the host on the morphology of certain species of Gymnosporangium. Bull. Torrey Botanical Club. 1915. **42**, 519—542. Plate 28 and 29.

5. Gassner, G., Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen. Zeitschr. f. Bot. 1915. **7**, 64—120.
6. —, Die Getreideroste und ihr Auftreten im subtropischen östlichen Südamerika. Centralbl. f. Bakteriologie, Parasitenk. u. Infektionskrankh. 2. Abt. 1915. **44**, 305—381.
7. —, Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. Ebenda. 512—617.
8. Grebelsky, F., Die Stellung der Sporenlager der Uredineen und deren Wert als systematisches Merkmal (Diss. Bern). Ebenda. **43**, 1—18.
9. Hecke, L., Zur Frage der Überwinterung des Gelbrostes und das Zustandekommen von Rostjahren. Naturwissensch. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1915. **13**, 213—220.
10. Jacob, Gina. Zur Biologie Geranium bewohnender Uredineen. Centralbl. f. Bakteriologie, Parasitenk. u. Infektionskrankh. 2. Abt. 1915. **44**, 617—658.
11. Long, W. H., Influence of the host on the morphological characters of Puccinia Ellisiana and Puccinia Andropogonis. Journ. Agr. Res. 1914. **2**, 303—319. (Ref. nach Bot. Centralbl. u. Mykol. Centralbl.)
12. Miyabe, Kingo, On the relationship of Chrysomyxa expansa Diet. to Peridermium Piceae-hondoensis Diet. The botanical Magazine Tokyo. 1915. **29**, 258—265.
13. Moreau, Mme. F., Les phénomènes de la sexualité chez les Urédinées. Thése de la Faculté des sciences de l'Université de Paris. Série 779, No. 1563, Poitiers 1914. 142 S. 8⁰. 14 Planches.
14. Poirault, G., Sur quelques champignons parasites rares on nouveaux observés dans les Alpes-Maritimes. Bull. de l'Association des naturalistes de Nice et des Alpes maritimes. 1915. **2**, 7—19.
15. Schellenberg, H. C., Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen. Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33**, 118—126.
16. Welsford, E. J., Nuclear migrations in Phragmidium violaceum. Annals of of Botany. 1915. **29**, 293—298. Plate XVI.
17. Wille, F., Zur Biologie von Puccinia Arenariae (Schum.) Wint. Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33**, 91—95.

Einige neuere Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte der Gastromyceten-Fruchtkörper.

Sammelreferat von Ed. Fischer.

Bei der Schwierigkeit, die darin besteht, jugendliche Zustände von Gastromycetenfruchtkörpern zu erhalten, macht die Kenntnis ihrer Entwicklungsgeschichte nur langsame Fortschritte, und das hat hinwiederum zur Folge, daß auch manche Frage in bezug auf die Verwandschafts-

verhältnisse innerhalb dieser Pilzgruppe noch unabgeklärt geblieben sind
Es ist daher jede Arbeit zu begrüßen, die in diesem Gebiet einen Beitrag bringt.

Die einfachsten Formen der Gastromyceten pflegte man früher als Hymenogastraceen zusammenzufassen und diese den Lycoperdaceen, Nidulariaceen und Phalloideen gegenüberzustellen. Genauere Untersuchung jugendlicher Fruchtkörper, wie sie namentlich Rehsteiner durchgeführt hat, zeigte jedoch, daß die Hymenogastraceen mehrere Einzelgruppen umfassen, die, wenigstens zum Teil, als die Anfangsglieder verschiedener Reihen höherer Formen aufgefaßt werden müssen. Insbesondere ergab sich, daß Hysterangium den Ausgangspunkt für die Clathraceen darstellt, eine Anschauung, die sich dann später bestätigte durch den Nachweis, daß Protubera (nach Alfr. Möller) und Phallogaster (nach Ref.) Zwischenglieder zwischen Hysterangium und Clathrus bilden. Eine äußerst erwünschte und wertvolle Vervollständigung fand nun diese Erkenntnis durch Fitzpatrick (3), indem derselbe sehr junge Fruchtkörper von Hysterangium stoloniferum var. americanum und Phallogaster saccatus, von denen bisher nur vorgerücktere Stadien bekannt waren, untersuchen und eine überaus große Übereinstimmung der frühesten Differenzierungsstadien dieser beiden Gattungen dartun konnte. — Rehsteiner hatte ferner die Vermutung ausgesprochen, daß für die Anschlüsse von Hysterangium nach unten vielleicht Gautieria in Frage kommen könnte, die in reifen Stadien keine Peridie besitzt; freilich weicht sie in bezug auf die Beschaffenheit ihrer Sporen ab. Fitzpatrick gelang es nun, als erster junge Fruchtkörper dieser Gattung zu untersuchen; dabei ergab sich, daß in der Tat Gautieria in solchen frühen Stadien mit Hysterangium völlig übereinstimmt; sie besitzt anfänglich wie letzteres eine Peridie, die aber dann bald aufhört mitzuwachsen, so daß beim reifen Fruchtkörper die Hülle verschwunden ist und die Glebakammern frei nach außen münden.

Eine Gruppe, die bisher ebenfalls zu den Gastromyceten gestellt wurde, sind die Secotiaceen; man brachte sie bald bei den Hymenogastreen, bald bei den Lycoperdaceen unter, aber sie unterscheiden sich von beiden Familien dadurch, daß die Gleba der ganzen Länge nach von einer Columella durchsetzt wird, die sich unten in einen Stiel fortsetzen kann. Dadurch kommt eine auffallende Ähnlichkeit mit den gestielten Fruchtkörpern der Agaricaceen und gewisser Polyporaceen zustande. Speziell auf Beziehungen zu Russula war von Bucholz, gestützt auf die Untersuchung jüngerer, aber immerhin schon ziemlich vorgerückter Fruchtkörper von Secotium Krjukowense, hingewiesen worden. Ref. hatte auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß die Seco-

tiaceen als Anfangsglieder der Phallaceen angesehen werden könnten. Eine endgültige Antwort auf diese Fragen konnte aber erst die Entwicklungsgeschichte der Fruchtkörper bringen. Conard (2) gelang es nun, ganz junge Zustände der Fruchtkörper von Secotium agaricoides zu finden und hier die Anlage der Gleba von ihren ersten Anfängen an zu verfolgen. Diese ersten Stadien stellen rundliche Knöllchen dar; hier erkennt man zunächst in der Scheitelregion ein dichteres, stärker färbbares Geflecht, das der ersten Hutanlage der Agaricaceen entspricht. Unter diesem tritt dann bald eine horizontale ringförmige, von lockerem Geflecht angefüllte Höhlung auf. Man kann infolgedessen jetzt Hut, Columella und eine periphere Geflechtspartie unterscheiden. Letztere ist dem sogenannten velum universale (Blematogen) bei Agaricus, Armillaria, Stropharia gleichzusetzen. An der Oberseite der genannten Höhlung wölben sich dann die Tramaplatten vor. Mit andern Worten: die Differenzierungsvorgänge in dem Secotiumfruchtkörper entsprechen auf das genaueste denjenigen gewisser angiocarper Agaricaceen, wie z. B. Ag. campestris und arvensis nach den Untersuchungen von Atkinson mit dem einzigen Unterschiede, daß die sich vorwölbenden Tramaplatten bei Secotium sich nicht zu einfachen Lamellen, sondern zu einer gekammerten Gleba entwickeln. So kommt denn Conard dazu, Secotium agaricoides als nahe verwandt mit Psalliota anzusehen und es als eine Hemmungsform der Agaricaceen zu betrachten, dagegen nähere Beziehungen zu den Gastromyceten und speziell auch zu den Phalloideen in Abrede zu stellen. Ref. gibt zu, daß man diesen Anschauungen Conards nach den nun vorliegende Tatsachen in der Tat beipflichten muß; immerhin kann aber nicht geleugnet werden, daß die Phallaceen, wenn man sie auch nicht von den Secotiaceen ableiten kann, in gewissem Sinne Parallelformen derselben und der Agaricaceen darstellen. Und wenn Conard sagt, der Stiel und die Columella von Secotium seien nicht mit dem Stiel der Phallaceen vergleichbar, da dieser eine sterile Glebapartie darstelle, so ist das doch wohl nicht richtig: vielmehr kann nur die Stielwand als steriler Glebateil betrachtet werden, während sicher das Geflecht der Stielaxe mit der Secotiaceencolumella homolog ist. — Conard untersuchte ferner auch die cytologischen Verhältnisse von Secotium und fand, daß die Mycelzellen zweikernig sind; ebenso enthält die junge Basidie zwei Kerne, die dann verschmelzen; der Fusiomkern teilt sich hierauf zweimal und liefert so die vier Sporenkerne. Wo und wie die Zweikernigkeit der Mycelzellen entsteht, wurde aber nicht festgestellt.

Derselbe Autor, Conard (1), bringt eine nähere Untersuchung der

jugendlichen Fruchtkörper der amerikanischen Phalloidee Simblum sphaerocephalum, das in diesen Stadien noch nicht genauer bekannt war. Die Verhältnisse liegen ähnlich wie bei dem indischen S. periphragmoides, nur sind die Receptaculum-Gitteräste nicht so tief in die Gleba eingesenkt wie dort, sondern verlaufen mehr an deren Oberfläche. In Übereinstimmung mit dem Ref. betrachtet Conard das Pseudoparenchym des Receptaculums als steriles Hymenium. Die Stielwandung faßt er auf als ein besonders stark ausgebildetes Gitterstück um die basale Masche des gitterigen Receptaculumteiles.

Literatur.

1. Conard, H. S., The structure of Simblum sphaerocephalum. Mycologia. 1913. 5, 264—273. Plate XCVI.
2. — The structure and development of Secotium agaricoides. Mycologia. 1915. 7, 94—103. Plate CLVII.
3. Fitzpatrik, H. M., A comparative study of the development of the fruit body in Phallogaster, Hysterangium and Gautieria. Annales mycologici. 1913. **11**, 119—149. Plate IV—VII.

Atkinson, G. F., Origin and development of the lamellae in Coprinus.

Bot. Gaz. 1916. **61**, 89—130. Plate V—XII.

Unter den bisher untersuchten Agaricaceen lassen sich bezüglich der Entstehung der Lamellen zwei verschiedene Typen unterscheiden. Bei einer verbreiteteren, die Atkinson als Agaricus-Typ bezeichnet, entsteht unter der Hut-Anlage eine horizontale ringförmige Höhlung, in die sich vom Hut her die Lamellen als radiale Wülste vorwölben. Infolgedessen ist die Schneide der Lamellen der ersten Anlage nach stets frei. Der zweite Typus wird präsentiert durch Amanita und Amanitopsis. Hier entstehen die Lamellen dadurch, daß in einer ringförmigen Zone zwischen Hut- und Strunkanlage radiale Spalten oder Streifen von lockerem Geflecht sich differenzieren. Die dazwischenliegenden dichteren Geflechtspalten sind die Lamellen, welche somit von vornherein mit Hut und Strunk in Continuität stehen, daher auch ihrer Anlage nach keine freie Kantur besitzen. — Verf., der im Laufe der letzten Jahre eine Reihe von Agaricaceen in bezug auf die Fruchtkörperentwicklungsgeschichte untersucht hat, stellte sich nun die Frage, welchem dieser beiden Typen Coprinus angehöre. Die vorliegende Studie, die an C. comatus, atramentarius und micaceus ausgeführt wurde, ergab nun überall die ersten Typen mit kleinen Variationen im einzelnen:

In allen drei Fällen entsteht im Winkel zwischen Anlage von Hut und Stiel eine ringförmige Höhlung, die bei C. comatus relativ groß und weit, bei den beiden andern Spezies schwach ausgebildet und von lockerem Hyphengeflecht mehr oder weniger ausgefüllt ist. In diese Gewebelücke hinein wölben sich nun von oben her die Lamellenanlagen vor, und zwar beginnt dies in der Umgebung des Stielansatzes, entweder hart an demselben oder in kurzer Entfernung (C. comatus), und schreitet von da zentrifugal gegen den Hutrand fort. Bei weiterem Wachstum stoßen dann aber, bald früher, bald später, die freien Kanten der Lamellen an dem Strunk an und treten mit ihm in Verbindung dadurch, daß aus ihnen auswachsende Hyphen sich mit denjenigen der Strunkoberfläche verflechten. So kommt scheinbar ein Bild zustande, das mit dem Amanitatypus ähnlich ist. Ed. Fischer.

Lipman, C. B., and **Burgess, P. S.,** Studies on nitrogen fixation and Azotobacter forms in soils of foreign countries.

Centralbl. f. Bakt. II. 1915. **44,** 481 ff.

Die Verff. haben eine Anzahl tropischer Böden auf einen Gehalt an Keimen freien Stickstoff bindender Mikroben bzw. auf ihre Fähigkeit, Stickstoff in stickstoffarmen Mannitlösungen zu binden, untersucht. Allerdings hatten die meisten Böden bei der Untersuchung bereits einen 15 bis 20jährigen Aufenthalt in verschlossenen Glasgefäßen einer Sammlung hinter sich, so daß eine Übertragung der Ergebnisse auf den natürlichen Boden bedenklich sein würde. Immerhin zeigte noch der größte Teil der Böden das Vermögen der Bindung des freien Stickstoffs, und aus rund einem Drittel von ihnen wurden Azotobacter-Formen gezüchtet, unter denen aber nur eine, aus einem Boden der Gegend von Smyrna stammende und deshalb als »Azotobacter smyrnii« bezeichnete sich als sicher neu erwies. Von vier 1914 gesammelten Böden aus der Sahara zeigte nur einer (jungfräulicher Wüstensand) keine oder geringe Stickstoffbindung im Gegensatz zu den drei anderen Proben (Oasenböden), von denen zwei üppige Azotobacter-Kulturen lieferten. Behrens.

Janke, A., Studien über die Essigsäurebakterien-Flora von Lagerbieren des Wiener Handels. (Aus dem Laboratorium für Gärungsphysiologie und Bakteriologie der k. k. Technischen Hochschule zu Wien.) Mit 10 Mikrophotogrammen auf 2 Tafeln.

Centralbl. f. Bakt. II. 1916. **45,** 1 ff.

Verf. fand in 7 Wiener Lagerbieren zahlreiche (35), zum Teil einander allerdings wohl sehr nahestehende Essigbakterien der verschiedensten Gruppen: 5 davon gehören zur Hansenianum-Gruppe des Verf.s, deren Angehörige bei Verabreichung von Ammoniaksalzen sich mit Essigsäure als Kohlenstoffquelle begnügen, haplotroph sind, auf Nährlösungen fadenziehende bis zähschleimige Häute und auf festen Nährböden graulichweiß durchscheinende, nasse, hohe Beläge bilden. Von den anderen, weniger genügsamen, mit Essigsäure als Kohlenstoffquelle sich nicht begnügenden symplotrophen Formen rechnet Verf. 26 zur Rancens-Gruppe (keine Knorpelhäute bildend, Schleim nie Blaufärbung mit Jod zeigend) mit den Untergruppen des Bacterium aceti Hansen (8 Formen, thermophil, ohne Eigenbewegung, Häute leicht teilbar), des B. aceti Brown (12; mit Schwärmvermögen, Häute leicht teilbar) und des B. albuminosum Lindner (6; auf Bier Viskosehäute bildend, die leicht zu Boden sinken und dort in farblose, fadenziehende Schleimmassen übergehen). 3 Formen gehören zur Pasteurianum-Gruppe, die alle symplotrophen Essigbakterien umfaßt, deren Schleim unter irgendwelchen Umständen mit Jod sich blau färbt, und 1 zur Xylinum-Gruppe, ausgezeichnet durch Bildung von knorpelzähen Häuten.

Bei niederen Temperaturen herrschen im Kampf ums Dasein die Angehörigen der Untergruppen des B. albuminosum und des B. aceti Brown vor, ein mäßiger (1%) Essigsäurezusatz verschafft der Pasteurianum-Gruppe und den Angehörigen der Untergruppe des B. aceti Hansen das Übergewicht, und bei höherem (3%) Essigsäurezusatz waren neben Angehörigen der Rancens-Gruppe vorwiegend schleimbildende Arten, vor allem solche der Hansenianum-Gruppe, anzutreffen.

Wegen der Einzelheiten muß auf die Arbeit verwiesen werden, die übrigens eine gekürzte Wiedergabe der 1914 erschienenen Dissertation des Verf.s ist. Von allgemeinem Interesse ist die Deutung der bekannten Abweichungs-(Involutions-)Formen der Essigbakterien als Schutzbildungen gegen Selbstvergiftung. Verf. begründet diese Deutung damit, daß die Involutionsformen in flüssigen alkoholhaltigen Nährböden mit Zunahme des Essigsäuregehaltes ebenfalls der Menge und der Grade nach zunehmen, daß sie aber beim Rückgang des Essigsäuregehaltes wieder schwinden. Daß die Involutionsformen nicht gleichzeitig bei allen Zellen auftreten, sondern bei den einen früher, bei den anderen später, erklärte Verf. durch das verschiedene Alter der Zellen, demgemäß sie auch bei verschiedenem Essigsäuregehalt entstanden sind und demnach verschiedenen Graden des Essigsäuregehalts angepaßt sein werden. Aus dem Umstande, daß die Bildung von Involutionsformen durch Kreidezusatz (Abstumpfung der Säure) sich keineswegs unter-

drücken, sondern nur verzögern ließ, folgert Janke, daß nicht nur die Wasserstoff-, sondern auch die Acetionen, diese in geringem Grade, als Zellgift wirken. Der Nachweis, daß die Involutionsformen als solche wirklich widerstandsfähiger sind als die normalen Stäbchen, wird vermißt. Ebenso fehlen Untersuchungen über das Schicksal der Involutionsformen, über das nur auf Grund von Beobachtungen am einzelnen Individuum entschieden werden kann. Behrens.

Wagner, R. J., Wasserstoffionenkonzentration und natürliche Immunität der Pflanzen. Vorl. Mitteilung.

Centralbl. f. Bakt. II. 1916. **44,** 708 ff.

Schon vor einiger Zeit hat der Verf. der vorliegenden Mitteilung die Ergebnisse von Untersuchungen veröffentlicht[1], in denen er die mehr oder weniger große Widerstandsfähigkeit gesunder Pflanzen (Kartoffeln, Sempervivum) gegenüber pathogenen Bakterien auf »dreierlei antibakterielle Stoffe« zurückführt, auf »Agglutinine resp. die Geißelbewegung hemmende«, auf »Lysine, welche die Membran der Bakterien verquellen und diese lösen«, und auf »wachstumshindernde Stoffe, welche verhindern, daß Sporen und durch dicke Membranen geschützte Bakterien auskeimen«. Der Verf. fährt fort: »In der Pflanze kommt als begleitendes, vielleicht auch wirksames Moment eine Erhöhung der Azidität des Zellsaftes dazu«.

Hier legt der Verf. die damals in Aussicht gestellten Ergebnisse eingehender Untersuchungen über die Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration nach Infektionen vor, Schwankungen, die nach seiner Ansicht parallel gehen sollen mit dem Auftreten bakterizider Stoffe. Der Gang der Untersuchung ist der, daß er den Versuchspflanzen (Senf, Wirsing, Sempervivum Hausmanni, Kartoffel) Bakterienaufschwemmungen (Pseudomonas campestris, Bacillus vulgatus, B. phytophthorus) in verschiedenen Dosen einspritzte und von Zeit zu Zeit die Wasserstoffionenkonzentration des mit Glaskapillaren den Injektionsstellen entnommenen »Zellsaftes« mit Hilfe der Sörensenschen Indikatorenmethode prüfte. Als Indikator diente Lakmosol. Verf. findet nun, daß die Wasserstoffionenkonzentration nach Ablauf einer gewissen, bei den einzelnen Fällen verschiedenen Inkubationszeit um so höher stieg, je größer und tiefgreifender der Erfolg der Infektion war. Vermag sich die Pflanze der Infektion zu erwehren, so fällt die Wasserstoffionenkonzentration später wieder auf die Norm. Wenn nicht, so steigt sie sehr hoch und fällt dann unter die Norm, »was eine Lähmung der

[1]) In der gleichen Zeitschrift 1915, **42,** 613 ff.

Zellfunktionen anzeigt (chronische Krankheitsform), oder es tritt postmortale Säuerung ein (akuter Krankheitsverlauf).

Es handelt sich um eine vorläufige Mitteilung, in der die Methodik nur kurz und keineswegs zweifelsfrei geschildert ist. Sie soll — es handelt sich um eine mikrochemische Methode! — gestatten, Unterschiede des Wasserstoffionenexponenten P_H von 0,025 zu schätzen. Beobachtet wurden Unterschiede von 0,1 bis 0,2. Man wird das Urteil bis zum Erscheinen der ausführlichen Arbeit zurückstellen müssen, darf aber einstweilen doch wohl auf die Schwierigkeiten aufmerksam machen, die der Mangel einer Blutbahn, die weitgehende Unabhängigkeit der Gewebe und Zellen voneinander einer Übertragung der bei Tieren gewonnenen Anschauungen über die Immunität auf die Pflanze entgegenstellen.

Einen unmittelbaren Einfluß der Azidität auf das Gelingen der Infektion hat seinerzeit schon Jensen bei Bakterienstengelfäule der Kartoffel aufgedeckt (Centralbl. f. Bakt. II, 1900, **6**, 693). Noch öfter ist ein solcher Zusammenhang zwischen Säuregehalt und Anfälligkeit gegenüber Bakterien- und Pilzkrankheiten behauptet worden, u. a. von Laurent für die Kartoffel. Die vom Verf. mitgeteilten Erfahrungen über die Wirkung seiner Pflanzensäfte auf die Bakterien scheinen dem Ref. nicht ganz überzeugend für seine Ansicht, daß der Säuregrad die bakterizide, agglutinierende oder lösende Wirkung des Pflanzensaftes anzeige, parallel mit ihr gehe.

Behrens.

Frye, T. C., Rigg, G. B., and **Crandall, W. C.,** The Size of Kelps on the Pacific Coast of North America.

Bot. Gaz. 1915. **60,** 473—482. Mit 2 Textfig.

Die kleine Arbeit beschäftigt sich mit den Größenverhältnissen einiger Laminariaceen, für die in der Literatur oft stark übertriebene Angaben gemacht wurden. Das Beobachtungsgebiet lag an der Westküste von Nordamerika zwischen den Cedros-Inseln (Mexiko) im Süden und den Shumagin-Inseln (Alaska) im Norden, erstreckte sich also über 30 Breitengrade. Macrocystis pyrifera erreichte an der kalifornischen Küste eine Länge von höchstens 46 m, an der Küste von Alaska pflegte sie 10 bis 15 m kürzer zu sein. Oft waren die Exemplare aber nur 9 bis 13 m lang. Die Tiefe, in der diese Art wuchs, schwankte zwischen 5 und 27 m. Diese Angaben stimmen gut mit den Untersuchungen von Skottsberg überein, die den Verff. offenbar unbekannt geblieben sind. Das Höchstgewicht betrug 130 kg, kleinere Exemplare wogen 22 bis 37 kg. — Bei Pelagophycus porra, die bis zu einer

Tiefe von 40 m hinabsteigt, wurde eine Länge von 45 m festgestellt. — Für Nereocystis luetkeana ergaben die Messungen bei Exemplaren von Alaska etwa 20 m als größte Totallänge, während bei kalifornischen Exemplaren der Höchstbetrag bis 38,4 m stieg. Das Höchstgewicht war 55,4 kg. — Bei Alaria fistulosa konnten die Angaben für die Länge bestätigt werden (bei Setchell 25 m als Höchstbetrag, bei den Verff. 22 m), während für die Breite ein über doppelt so hoher Betrag gefunden wurde (232 cm). Die größte Tiefe, in der Nereocystis wuchs, wird auf etwa 18 m angegeben; für Alaria beträgt sie etwa 10 m. Kuckuck.

Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie.

II. völlig umgearb. Aufl., mit 209 Textabb. G. Fischer, Jena. 1916.

Man sieht es der neuen Auflage des bekannten und geschätzten Buches an, daß der Verf. in den dreizehn Jahren seit dem Erscheinen der ersten Auflage auf dem behandelten Gebiet unermüdlich weiter gearbeitet hat, und so hat das Buch in jeder Hinsicht eine beträchtliche Erweiterung, Vertiefung und Vervollkommnung erfahren. Der Ref. der 1. Auflage in der Bot. Ztg., H. Solms, hob unter anderem hervor, daß es bedenklich sei, ein Begriffsschema aus einem Gebiet der biologischen Wissenschaften direkt auf ein anderes (noch dazu auf ein solches, in dem die Verhältnisse einfacher liegen), zu übertragen, in diesem Fall die von Virchow für seine Zellularpathologie gebrauchten Begriffe: Restitution, Hypoplasie, Metaplasie usw. auf die pathologischen pflanzlichen Gewebe anzuwenden, ferner empfand Solms es störend, daß — entsprechend dieser Einteilung — die Behandlung einzelner pathologischer Gewebe, z. B. Kallus, auseinander gerissen und in zwei getrennten Kapiteln: Hypertrophie und Hyperplasie zu suchen ist. Diesen (und anderen von der Kritik gerügten) Mängeln sucht der Verf. in der neuen Auflage, durch eine Neuordnung des Stoffes abzuhelfen, indem er im ersten (speziellen) Teil der Reihe nach die wichtigsten Krankheitsbilder der Pflanzen in anatomischer Hinsicht schildert, während er im zweiten (allgemeinen) Teil, im ersten Kapitel »Histogenese«, eine Analyse des Zustandekommens der pathologischen Zellen- und Gewebestrukturen gibt, wobei das obengenannte Virchowsche Begriffsschema mehr in den Hintergrund tritt. Zweifellos ist diese grundlegende Änderung in der Einteilung zu begrüßen; denn bei der bedeutenden Anreicherung des Stoffes, zu welcher die erste Auflage sicher zum Teil den Anstoß gegeben hat, wäre es — bei Beibehaltung der alten Einteilung — noch schwerer gewesen, die Übersichtlichkeit zu wahren. Eine besondere Betrachtung verdient das Kapitel »Histogenese«, weil

in diesem der Verf. hauptsächlich neue Bahnen einschlägt. Nach Ansicht des Ref. hätte es etwas übersichtlicher gestaltet werden können, wenn am Kopf desselben die für die Einteilung maßgebenden Gesichtspunkte gewissermaßen synoptisch zusammengestellt worden wären. Denn wer mit dem Gegenstand nicht ziemlich vertraut ist, wird den inneren Zusammenhang zwischen den einzelnen Kapiteln nicht leicht erkennen.

Diese Aussetzung kann aber den Gesamteindruck nicht abschwächen, der dahin geht, daß der Verf. ein wohldurchdachtes System der abnorm sich abspielenden histologischen Vorgänge geschaffen hat. Über das was pathologisch, was normal ist, kann man ja — wie der Verf. selbst ausführt — manchmal geteilter Meinung sein. So hätte, nach Ansicht des Ref., die Erscheinung des Drehwuchses recht wohl behandelt werden können, auch die durch Aufhebung des Rindendrucks bedingten abnormalen Wachstumsvorgänge hätten vielleicht (im Kapitel Entwicklungsmechanik) verdient, mehr berücksichtigt zu werden. Andererseits wurde manches angeführt, dessen pathologischer Charakter nicht erwiesen ist, so die Bildung der Gewebekörper bei Dematium pullulans, die gerade in der Natur sehr häufig auftreten und wohl die Bedeutung von Fortpflanzungskörpern haben, u. a.

Das zweite Kapitel des allgemeinen Teils — Entwicklungsmechanik — ist gegenüber der ersten Auflage bedeutend erweitert. Ganz neu ist das Kapitel Ökologie der pathologischen Gewebe, in welchem untersucht wird, inwieweit pathologischen Geweben usw. eine finale Bedeutung zukommt. Der Verf. gelangt dabei zu einem vorwiegend negativen Resultat. Man kann vielleicht allerdings hierüber etwas anderer Ansicht sein, je nachdem, welchen prinzipiellen Standpunkt man zum Problem der Finalität in der Welt der Organismen einnimmt.

Alles in allem hat der Verf. durch eine peinlich sorgfältige Berücksichtigung der umfangreichen und zerstreuten Literatur ein nahezu vollkommenes Bild dessen, was wir gegenwärtig auf diesem Gebiet wissen, gegeben, und so ist zu erwarten, daß auch die neue Auflage in erhöhtem Maß anregend und befruchtend wirken wird. Erwähnt sei noch, daß der Umfang bedeutend gewachsen ist, von 20 auf 28 Bogen, ebenso die Anzahl der Figuren von 121 auf 209. Neger

Cormick, F. A. Mc., A Study of Symphyogyna aspera.

Bot. Gaz. 1914. **58,** 401 ff., c. tab. XXX—XXXII.

Über die morphologisch wenig untersuchte Gattung Symphyogyna bringt die Arbeit eine Anzahl wertvoller Daten bei. In den Rhizoiden finden sich reichlich Pilzhyphen. Die Scheitelzellen gehörten bei den Exemplaren von verschiedenen Standorten zwei verschiedenen Typen

an (vielleicht verschiedene Arten?). Die Verzweigung der Frons ist nicht echte Dichotomie (aus Gleichteilung der Scheitelzelle). Die Entwicklung des Archegons wird untersucht; sie verläuft wie bei verwandten Gattungen. Die Entwicklung des Embryo ist in den ersten Stadien, wie sie bereits Leitgeb darstellt, später verlängert sich der Embryo und zeigt Scheitelwachstum durch eine zweischneidige Scheitelzelle. Die Ausbildung des sporogenen Gewebes zeigt Ähnlichkeit mit dem der Musci. Die Sporenmutterzellen entwickeln sich wie bei anderen Jungermaniales, aber über diese Verhältnisse ist bisher nicht viel bekannt und die Angaben widersprechend (die wichtigsten früheren Angaben werden zitiert). Verf. hat seine Befunde bei Symphyogyna an denen anderer Gattungen (Aneura, Pallavicinia, Pellia, Cephalozia und Madotheca) nachgeprüft und kommt zu dem Resultate, daß die Wände der sporogenen Zellen verquellen und dann die Protoplasten in dem Schleim eingebettet liegen. Die charakteristische Vierlappigkeit entsteht durch eine langsame amöboide Bewegung, wobei die Vakuolen vermutlich eine Rolle spielen. In den ersten Stadien der Reduktionsteilung ist die vierpolare Kernspindel deutlich sichtbar; der weitere Verlauf scheint der von Moore für Pallavicinia gegebenen Darstellung mehr zu entsprechen, als der von Farmer. — Wertvoll sind die reichlichen Literaturhinweise und die zahlreichen Abbildungen.

Schiffner.

Hutchinson, A. H., Fertilisation in Abies balsamea.

Contrib. from the Hull bot. Lab. 210. Bot. Gaz. 1915. **59**, 457—472. 5 pl.

Die Arbeit bringt die Beschreibung des verstäubten Pollens, der durch zahlreiche Prothallienzellen ausgezeichnet ist. Bemerkenswert erscheint, daß sich statt der regelmäßigen einen Antheridium-Mutterzelle, die zwei gleich große männliche Kerne bildet, in mehreren Fälle deren zweie fanden, die in ihrer weiteren Entwicklung jedoch nicht beobachtet werden konnten. Im Archegonium findet vor der Befruchtung die Abscheidung einer Bauchkanalzelle statt, und hier ward wiederholt beobachtet, daß der Bauchkanalkern häufiger die Scheidewand gegen das Ei, dessen Kern in die Zellmitte gewandert ist, durchbricht und nach starker Vergrößerung im oberen Teil des Eiplasmas den Eintritt des Pollenschlauch-Inhaltes erwartet. Das Gleiche war auch schon von Chamberlain für Pinus festgestellt[1]. Hier bei Abies aber verschmilzt der Kanalzellkern häufig mit einem der beiden männlichen Kerne, während der andere mit dem Eikern sich vereinigt. Auch kann die Entwicklung weiter gehen, so daß nach der offenbar gleichzeitig erfolgenden Teilung der

[1]) Ch. Chamberlain. Oogenesis in Pinus Laricio. Bot. Gaz. **27**, 1899. 268—280.

beiden Verschmelzungsprodukte im oberen wie im unteren Ende des Eies je 4 Kerne liegen. Es scheint also, daß der Bauchkanalzelle, deren Auffindung in anderen Fällen Mühe verursacht, hier der Charakter einer Schwesterzelle der Eizelle in besonders hohem Grade bewahrt geblieben ist. Die sehr ins Einzelne gehende Beschreibung der Chromosomenteilung und -verteilung will man im Original nachsehen.

G. Karsten.

Adams. J., On the germination of the pollen grains of apple and other fruit trees.

Bot. Gaz. 1916. **61,** 131—147.

Verf. publiziert in dieser Arbeit eine Anzahl Beobachtungen über Pollen-Keimungen bei Obstgewächsen, die einen ziemlich fragmentarischen Charakter tragen. Störend ist zunächst die Äußerlichkeit, daß durchweg Vulgärnamen gebraucht werden, so muß Ref. ehrlich gestehen, daß er den wissenschaftlichen Namen für »Loganberry« nicht hat ergründen können. Im übrigen behandelt Verf. mehrere Kulturvarietäten von Pirus malus, eine Varietät von Pirus communis, einige nicht näher bestimmte von Fragaria (spec.?), endlich Rubus idaeus und Ribes nigrum. Das ursprüngliche Programm, von jeder Spezies die einzelnen Kulturrassen betreffs ihrer Pollentauglichkeit miteinander zu vergleichen, ist aber im wesentlichen Programm geblieben.

Um dieses Programms willen aber verdient eigentlich die Arbeit allein eine Erwähnung. Die Resultate sind sonst durchweg ohne größeres Interesse. Von Einzelheiten will Ref. anführen, daß eine Var. von Pirus malus noch in 50proz. Rohrzuckerlösung keimte. Doch auch dafür sind uns schon andere Beispiele bekannt und Ref. gedenkt in einer Arbeit in nicht zu ferner Zeit zu zeigen, daß es selbst Spezies gibt, die noch in 70proz. Lösung gut keimen. Ferner wird als Längen-»Rekord« für Pollenschläuche bei Pirus malus in 6 Stunden 651 μ (in 8proz. Rohrzuckerlösung) gegeben und für Ribes nigrum in der gleichen Zeit 668 μ (in 16proz. Rohrzuckerlösung). Die sonstigen Angaben über Keimen oder Nichtkeimen in den mannigfachsten Zuckerkonzentrationen oder reinem Wasser ergaben keine allgemeiner zu formulierende Gesetzmäßigkeit.

Zwischen Licht- und Dunkelkeimungen ergab sich, wie es trotz den alten Beobachtungen von Mangin bei anderen Pflanzen das Wahrscheinlichste war, kein Unterschied. Bezüglich der Temperatur fand Verf. eine solche von 21—23^0 am günstigsten.

Die Literatur-Diskussion ist ganz willkürlich und genügt auch be-

scheidenen Ansprüchen nicht. Es wird nur der Inhalt einiger pollenbiologischer Publikationen ohne weitere Verarbeitung gebracht. Manche, und gerade die besten neueren Autoren, wie Lidforss, werden mit keiner Silbe genannt. G. Tischler.

Ubisch, C. von, Analyse eines Falles von Bastardatavismus und Faktorenkoppelung bei Gerste.

Zeitschr. f. indukt. Abstamm.- u. Vererbungslehre. 1915. **14,** 226.

Die Verfasserin hat bei einer Reihe von Gerstenkreuzungen die Brüchigkeit der Ährenspindel untersucht. Diese Eigenschaft, die vor allem für die zweizeilige Wildgerste, Hordeum spontanum charakteristisch ist, tritt auch bei Kreuzungen von Kulturformen auf und wurde hier wohl mehrmals als ein Fall von Atavismus auf die obenerwähnte als »Stammform« vermutete Art angesehen. Die Kreuzungen, die die Verfasserin mit vierzeiliger Gerste aus Norwegen, Nepal und Samaria, sechszeiliger Gerste aus Japan und gewöhnlicher zweizeiliger Chevalliergerste vorgenommen hat, zeigen nun recht hübsch, daß die Brüchigkeit auf zwei erblichen, mendelnden Faktoren beruht und nur bei Pflanzen, welche beide Faktoren haben, zum Vorschein kommt. Bei anatomischer Untersuchung wird ein höchst charakteristischer Unterschied zwischen brüchigen und nichtbrüchigen Spindeln gefunden. Die brüchigen Spindeln zeigen an der Grenze der Spindelglieder Einschnürungen mit sehr spitzen Winkeln, während bei nichtbrüchigen Spindeln der Winkel stumpf ist. Im Anschluß an diese Untersuchung wird eine beobachtete Abstoßung zwischen Faktoren für Zweizeiligkeit und gezähnte Grannen und für Sechszeiligkeit und nichtgezähnte Grannen erwähnt. Hagem.

Pearl, R., und **Surface, F. M.,** Growth and variation in Maize.

Zeitschr. f. indukt. Abstamm.- u. Vererbungslehre. 1915. **14,** 97.

Durch umfangreiche Messungen und Berechnungen der Höhe von Maispflanzen haben die Verff das Problem von der ungleichen Wachstumsenergie einzelner Pflanzenindividuen angegriffen. Auf die Einzelheiten und die zahlenmäßige Behandlung des Beobachtungsmaterials kann in einem kurzen Referat nicht eingegangen werden. Es wird gezeigt, daß innerhalb Gruppen von Maispflanzen, jede Gruppe von Körnern einer einzigen Ähre stammend, eine ganz ausgeprägte Ungleichheit in Wachstumsenergie zu beobachten ist. Es gibt extrem kleine und extrem große Pflanzen, deren Größe nicht auf äußeren Verhält-

nissen wie Ungleichheit im Erdboden, ungleicher Verbreitung der Düngemittel usw. beruht, sondern höchst wahrscheinlich auf verschiedenen »Gehalt« an erblichen Anlagen zurückzuführen ist. Das ist ja alles nichts wesentlich Unerwartetes oder Neues. Die Verff. suchen aber durch zahlenmäßige Behandlung ihres Beobachtungsmaterials zu zeigen, daß das ungleiche Wachstum auf dem Vorhandensein von erblichen, mendelnden Wachstumsfaktoren beruht. Durch die Annahme von zwei solchen, in ihrer quantitativen Wirkung ungleichen Faktoren, werden theoretisch Zahlenverhältnisse ausgerechnet, die mit den in den Versuchen gefundenen Zahlen einigermaßen übereinstimmen. Die Verff. behalten sich übrigens vor, noch mehrere solcher Faktoren in Rechnung zu tragen und dadurch eine bessere Übereinstimmung zu erlangen. Im ganzen darf man wohl sagen, daß die Existenz der quantitativ wirkenden Wachstumsfaktoren durch jede neue Untersuchung etwas wahrscheinlicher gemacht wird — und doch scheint alles vorläufig nicht weiter zu kommen. Auch diesmal ist keine einzige Faktorenkombination reingezüchtet und untersucht worden, und bis ein mit größerem Material und in mehreren Generationen durchgeführter Versuch vorliegt, kann man eigentlich nichts weiteres von diesen interessanten Versuchen schließen.

Hagem.

Bartlett, H. H., Mass mutation in Oenothera pratincola.
The bot. gaz. 1915, **60**, 425—456. Mit 15 Fig. im Text.

Der Verf. findet bei Oenothera pratincola »Massenmutation«, d. h. in der Nachkommenschaft gewisser Individuen bis zu 74 % Mutanten, und zwar größtenteils von weit abweichendem, besonders durch sehr schmale, zurückgerollte, borstenspitzige Blätter ausgezeichnetem Phänotypus. Der Prozentsatz der Mutanten ist um so höher, je kleiner die Zahl der voll ausgebildeten Samen in den Früchten des betreffenden Individuums ist. Der Verfasser nimmt an, daß in solchen Früchten sehr viele Zygoten fehlgeschlagen seien; aber man müßte doch erst prüfen, ob wirklich immer alle vorhandenen Samenanlagen befruchtet worden sind, wie er meint. Es wird weiter das Verhalten der Mutanten bei Selbstbestäubung und bei Kreuzung mit der Stammform beschrieben und die Überzeugung ausgesprochen, daß die Massenmutation unmöglich auf Mendelspaltung beruhen könne, vielmehr von einer massenhaften, nicht wie bei der gewöhnlichen Mutation ganz sporadischen Veränderung der Keimzellen herrühren müsse. — Der Ref. ist der Meinung, daß man über die Vererbung bei Oenothera nirgends sicher urteilen kann, bevor im allgemeinen entschieden ist, was die tauben Samen bedeuten

oder bedeuten können, und bevor im einzelnen Fall ermittelt ist, in welcher Zahl fehlgeschlagene Zygoten vorkommen. O. Renner.

Went, F. A. F. C., and Rutgers, A. A. L., On the influence of external conditions on the flovernig of Dendrobium crumenatum Lindl.

Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam Reprinted from: Procced. of the Meeting of Satwidey. Sept. 25. 1915. **18.**

Rutgers, A. A. L., und Went, F. A. F. C., Periodische Erscheinungen bei den Blüten des Dendrobium crumenatum Lindl.

Annales du Jardin de Buitenzorg. 1915. 2. Serie. **14,** 129—160.

Die englische, in Amsterdam erschienene Arbeit ist eine vorläufige Mitteilung der Resultate, die ausführlicher und mit erläuternden Abbildungen auf 5 Tafeln in den Annalen von Buitenzorg beschrieben sind. Die an und für sich nicht sehr auffallenden Blüten von Dendrobium crumenatum haben die Aufmerksamkeit vieler Tropenreisenden auf sich gezogen durch das der Pflanze eigentümliche, stoßweise Auftreten von Blühperioden. Die Vorgänge, die zu diesem ruckweisen, gleichzeitigen Aufblühen der Pflanzen eines engeren Standortes führten, waren bisher physiologisch noch nicht analysiert worden. Die Verff. haben dies nun versucht durch Beobachtung der Pflanzen in Java und gleichzeitig eingeführter Exemplare in Utrecht. Das Auftreten der Blühperioden ist örtlich verschieden; die Pflanzen eines engeren Standortes blühen gleichzeitig, ohne daß die stärker besonnten Exemplare von den mehr beschatteten abwichen. Dem Licht kommt demnach für das Einsetzen der Blühperioden keine Bedeutung zu, die sonnigen Exemplare sind nur üppiger. Auf Grund der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen glauben die Verff. annehmen zu müssen, daß es einen hemmenden Außenfaktor gibt, nach dessen Beseitigung viele bis zum kritischen Entwicklungsstadium ausgebildete Knospen sich schnell entfalten. Worin dieser hemmende Außenfaktor zu suchen ist, geht aus den Versuchen nicht klar hervor. Feuchtigkeit und Temperatur sind nach ihrer Ansicht die einzigen in Frage kommenden Faktoren. Ein Einfluß der Temperatur ist in einzelnen Fällen zu vermuten, wenn die Verhältnisse in Betracht gezogen werden, die 2 bis 3 Wochen vor einer Blühperiode lagen. Behandlung mit Wasser verschiedener Temperaturen hatte keinen Erfolg. In Holland umfassen die Blühperioden häufig 2 bis 3 Tage, auch in Buitenzorg wurden

blühende Exemplare an dem gleichen Ort an 2 aufeinander folgenden Tagen beobachtet. Aus den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen geht hervor, daß die Blütenknospen sehr stark durch Scheidenblätter und Schleimabsonderung von der Außenwelt abgeschlossen sind. Der Faktor, der die Blühperioden reguliert, muß also seine Wirkung weniger auf die Knospe selbst als auf die ganze Pflanze ausüben.

R. Stoppel.

Nieuwenhuis, M., — von Uexküll-Güldenband. Sekretionskanäle in den Cuticularschichten der extrafloralen Nektarien.

Recueil des Travaux Bot. Néerlandais 1914. **11**, 291—311.

Auf Grund früherer Beobachtungen, die der Verf. an lebendem Material auf Java gemacht hat, untersucht er den Mechanismus der Sekretion bei Drüsen, die nach außen durch eine starke Cuticularschicht geschützt sind. Nach den bisherigen Anschauungen sollte die Funktion dieser Drüsen dadurch eingeleitet werden, daß die Cuticularschicht teilweise degeneriert und dadurch eine osmotisch wirkende Substanz an der Drüsenoberfläche gebildet wird. Der Verfasser konnte dieser Theorie keinen Glauben schenken, da durch die Umwandlung der äußeren, schützenden Schicht die Gefahr einer Pilz- oder Bakterieninfektion an dieser ohnehin schon gefährdeten Stelle zu sehr vergrößert worden wäre.

Mikrotomschnitte von 3 bis 15 μ Dicke mit Nachfärben durch Eisenhämatoxylin oder Hoffmanns-Violett überzeugten den Verf., daß bei den von ihm untersuchten Arten die Cuticularschicht durch feine Kanäle durchsetzt ist, die dem Austritt des Nektars dienen. Dadurch bleibt die Drüsenoberfläche einesteils gegenüber mechanischer Angriffe und die Zuckerlösung vor der Gefahr des Austrocknens geschützt, andererseits bewirkt die große Zahl der Kanäle eine gleichmäßige Sekretion auf der Drüsenoberfläche.

Bei Endospermum moluccanum gehen die Poren büschelartig von der am meisten vorgewölbten Stelle der Palisadenzellen aus und münden nach Durchtritt der 13 bis 17 μ starken Cuticularschicht verteilt an der Oberfläche. Bei Aleurites moluccana ist diese Schicht nur 10,5 bis 13,5 μ dick, und die Poren sind an der an das Zellumen grenzenden Seite mehr verteilt. Poincettia pulcherrima hat eine stark gefaltete Cuticularschicht von 8 bis 10 μ Dicke. Die Kanäle münden meist auf den Gipfeln der Falten. Die Schutzschicht von Helicteres hirsuta var. purpurea und Spathodea campanulata ist sehr viel dünner (ca. 4,4 μ)

greift aber zahnartig in die nach oben verschmälerten Palisadenzellen ein. Das Kanalsystem dieser beiden Pflanzen ist sehr viel feiner entwickelt, daher das Verfolgen des Verlaufes einzelner Kanäle kaum möglich. Es scheinen auch Verbindungen zu den benachbarten Zellen zu bestehen. Spathodea campanulata besitzt außer der Cuticularschicht noch eine sehr dicke cuticularisierte Schutzscheide. Einzelheiten über die Struktur der Schichten sind nicht gegeben. Der Verf. gibt für jede der 5 Arten eine Zeichung; er hat aber außerdem noch die Drüsen einiger anderer Pflanzen untersucht und gedenkt das Bild über die Tätigkeit derselben durch anschließende physiologische Untersuchungen noch zu vervollständigen. R. Stoppel.

Warming, E. und **Graebner, P.,** Eug. Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Dritte umgearbeitete Auflage. 1. bis 3. Lief.

Berlin, Gebr. Bornträger. 1914, 1915. S. 1—240.

Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie ist beständig mitgewachsen mit der Disziplin, die von seinem Verf. so nachhaltigen Einfluß erfahren hat. Sein »Plantesamfund« von 1895, durch zwei deutsche Bearbeitungen uns vertraut geworden, hatte in der englischen Ausgabe, der »Oecology« von 1909, sich um das mehrfache erweitert. In dieser reicheren Fassung kehrt es nun zurück nach Deutschland und darf auf günstige Aufnahme rechnen; denn die »Oecology« war bei uns doch wenig über die engere Zunft der Pflanzengeographen hinausgelangt; auf weitere Kreise wird sie nun erst ihre Wirkung üben. Das Buch ist sehr gedrungen geschrieben; schon an Tatsachen gibt es noch mehr, als der Umfang erwarten läßt, aber ebenso zahlreich sind die Fragen, auf die es den Leser hinweist.

Soweit die drei ersten Lieferungen erkennen lassen, folgt die neue Bearbeitung in der Anlage der englischen Ausgabe. Der erste Abschnitt bespricht die ökologischen Faktoren und ihre Wirkungen, der zweite »die Lebensformen und ihre Grundformen«. Dann folgt der allgemein-vegetationskundliche Abschnitt, über das Zusammenleben der Organismen und die Pflanzenvereine; hier werden die Grundsätze für die Klassifikation der Bestände entwickelt, also die Anordnung der Einzeldarstellung begründet. Wie aus den früheren Schriften der Verf. bekannt, stehen sie auf dem Standpunkt, die primäre Gliederung müsse erfolgen nach dem »Standort« — also dem Medium, wie man wohl besser statt des mißverständlichen »Standortes« sagen würde. Demnach unterscheiden sie 13 »Serien«: Halophytenvegetation, Süßwasservegetation,

mesophile und hygrophile Formationen, Serie der torfhaltigen (meist sauren) Böden, Kältewüsten, Serie der Stein- und Sandböden, Hartlaubvegetation, subxerophile Formation mit Grasboden, Serie der ariden Gebiete, Halbwüsten und Wüsten. Schon die Überschriften verraten, daß auch bei diesem Versuch das Grundprinzip nicht ausnahmslos gewahrt ist. Auch hier müssen Zugeständnisse gemacht werden, und wo es nicht geschieht, wird Zusammengehöriges auseinandergerissen. Vom Plankton z. B. trifft man einen Teil bei den Halophyten, einen anderen beim Süßwasser: das widerstrebt der natürlichen Auffassung. Derartigen Mängeln vermag freilich kein System zu entgehen. Gerade wegen solcher Verstöße verhalten sich ja die Verff. ablehnend gegen die Versuche, die Wuchsformen zum Hauptmaßstab der Einteilung zu machen. In Wahrheit kann an und für sich keines von den verschiedenen Systemen Anspruch auf den unbestrittenen Vorrang machen. Aber wo es sich um die Vegetation der ganzen Erde handelt, möchte der Ref. die Lebensformen-Systeme für besser geeignet halten; wo dagegen ein engeres Gebiet untersucht wird, dürfte die Warming-Graebnersche Anordnung Vorzüge bieten. Die Gründe für und wider sind ja oft erörtert worden; man sollte nun zugestehen, daß verschiedene Ziele verschiedene Systeme erfordern.

Die Grundanschauungen der Verff. in allgemeinen Fragen sind bekannt; daß sie die Dinge in lamarckistischem Geiste betrachten, bedarf kaum der Erwähnung. Für die Ausführung im einzelnen ist zu berücksichtigen, daß die Drucklegung unter jetzigen Umständen natürlich nur langsam fortschreitet. Manche Teile des Manuskriptes sind schon vor längerer Zeit abgeschlossen; die Überprüfung des Textes und die Erweiterung des Inhaltes gegenüber der englischen Ausgabe ist daher nicht überall gleichmäßig. Ausführlicher als dort dargestellt sind die Ergebnisse der Planktologie und der neueren Algenforschungen, besonders in den nordischen Meeren. Auch die edaphischen Kapitel sind wesentlich umgestaltet. Weniger ausgenutzt wurde die Transpirations-Literatur der letzten Jahre. Beim Lichte werden die Photometer besprochen; ein solcher Hinweis auf die Instrumente wäre auch in anderen Kapiteln gewiß vielen Lesern erwünscht gewesen. Ganz neu ist die Illustrierung des bisher abbildungslosen Werkes. In großer Zahl sind Zeichnungen und Photogramme dem Text eingefügt; den photographierenden Pflanzengeographen regen sie teils als Muster und Vorbilder an, teils weisen sie ihn auf Aufgaben hin, die noch zu lösen sind.

Die besten Wünsche begleiten den Fortschritt des Werkes, das auch in der neuen Gestalt seine anerkannte Stellung in der Literatur bewahren wird.

L. Diels.

Åkerman, A., Studier över trådlika protoplasma bildningar i växtcellerna. (Mit deutschem Resumé.)

Lunds Univ. Årsskr. 1915. N. F. Avd. 2. Bd. 12. 64 S.

Im ersten Teile seiner Arbeit wendet sich Verf. gegen die Lidforssche Hypothese, daß die »Rinoplasmafäden« Kernfortsätze darstellten, im zweiten behandelt er den Einfluß von Temperatur, Licht, narkotisierenden Stoffen und Plasmolyse auf die Protoplasmastruktur. Bei niederen Wärmegraden werden die Fäden eingezogen, und der protoplasmatische Zellinhalt nimmt die Form eines einfachen Schlauches an. Plötzliche Verdunkelung ist ohne Einfluß, wogegen starke Erhöhung der Lichtintensität zu einer beträchtlichen Vermehrung der Protoplasmastränge führt. Narcotica in geringeren Konzentrationen befördern die Bildung von Fadenstrukturen, bei Einwirkung von stärkeren Lösungen werden die Protoplasmastränge jedoch eingezogen. Genau dieselben Unterschiede ergeben sich bei schwacher und bei starker Plasmolyse.

Aus diesen Befunden schließt Verf., daß reichliche Strangbildung eine Folge günstiger äußerer Bedingungen ist. Insbesondere wirkt lebhafter Stoffwechsel nach dieser Richtung. Dafür bringt Verf. einige weitere Belege. Es hat sich nämlich gezeigt, daß Fadenstrukturen vor allem dann in ergiebigem Maße auftreten, wenn Chromatophoren ergrünen, große Stärkeproduktion herrscht, und wenn Zellen verletzt werden.

Die Arbeit enthält zahlreiche Abbildungen, zum Teil Mikrophotographien von den Hauptuntersuchungsobjekten (Allium Cepa, Ranunculus Lingua, Tradescantia virginica, Hyacinthus orientalis u. a.) Dadurch wird der Text in recht instruktiver Weise ergänzt. Stark.

Link, A., Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern.

Verh. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. 1915. N. F. **13,** 355—394.

Geiger, F., Anatomische Untersuchungen über die Jahresringbildung von Tectona grandis.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55,** 521—607.

Link, der wie Geiger ein Schüler von Klebs ist, untersuchte verschiedene Tropenhölzer, die in und um Buitenzorg gewachsen waren, und deren Alter, was hervorzuheben ist, genau bekannt war. Die recht verschiedenartigen Zonen bilden bald geschlossene Ringe, bald nur Teilstücke von solchen; ihre Sichtbarkeit beruht auf mannigfachen anatomischen Differenzen oder auch nur auf Farbenunterschieden. Eine

gewisse Ähnlichkeit mit dem Früh- und Spätholz unserer Laubhölzer fand sich nur bei Strophantus, wo auf der einen Seite der Grenze die Gefäßlumina eng, auf der anderen bedeutend weiter sind; aber auch in diesem günstigsten Falle war ein großer Unterschied zwischen der Zahl der Jahre und der Zahl der Ringe, so daß also Jahresringe nirgends nachgewiesen werden konnten. Einige der untersuchten Exemplare waren früher entblättert oder eingeschnitten worden; zuverlässige Anhaltspunkte für die Bedeutung der Entlaubung scheinen sich jedoch nicht ergeben zu haben. Auch sonst gelang es nicht, die Erklärung der rhythmischen Kambiumtätigkeit zu fördern.

Noch wertvoller war das Tectona-Material Geigers, da es aus klimatisch verschiedenen Teilen Javas stammte und da für jeden Baum Angaben über Alter, Blattfall, Standort und Bodenbeschaffenheit vorlagen. Trotzdem glückte es auch hier nicht, die bewirkenden Ursachen näher zu analysieren. Wir erfahren, daß die Ringbildung selbst innerhalb derselben Art, die größten Verschiedenheiten aufweist und daß neben dem Klima, wie zu erwarten, auch der Boden von Bedeutung ist. Verf. bestätigt die bereits bekannte Abnahme der Schärfe und Regelmäßigkeit der Ringe beim Übergang von Ost- nach Westjava (im Westen können deutliche Zonen während 12 bis 13 Jahren fehlen), was jedenfalls mit der Abnahme der klimatischen Periodizität zusammenhängen wird. Ausnahmsweise fanden sich aber auch im Westen Exemplare mit fast lauter geschlossenen Ringen und im Osten konnte Ringbildung unterbleiben in den allerersten Jahren, »in denen die Bäume vielleicht infolge ständiger Belaubung eine gleichmäßige Zufuhr von Wasser und Nährsalzen gehabt haben.« Ursprung.

Vischer, W., Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Jugend- und Folgeformen xerophiler Pflanzen.

Flora. 1915. N. F. **8**, 1—72. 51 Textfig.

In vorliegender, aus der Göbelschen Schule hervorgegangenen Arbeit sucht Verf. den Nachweis zu bringen, daß die Art der Einwirkung äußerer Faktoren auf die Organbildung der Pflanzen auf Änderungen der Stoffwechselvorgänge zurückgeführt werden kann. Er untersucht zu dem Zweck, inwiefern die Entstehung von Rückschlags- bzw. Jugendformen bei heteroblastischen Xerophyten unter dem Einfluß feuchter Luft in Beziehung steht zu Änderungen im Stoffwechsel und findet, daß feuchte Luft gleichsinnig wirkt wie starkes Zurückschneiden der Sproße, gute Bewurzelung, Kultivierung in Nährlösung, Düngung und anderes mehr, d. h. wie Faktoren, die eine Erhöhung des Aschen-

gehalts bedingen; in Übereinstimmung damit ergibt sich aus einer Reihe von Trockengewichts- und Aschenbestimmungen, daß der relative Gehalt an anorganischer Substanz bei den Jugend- und Rückschlagsformen, gleichgültig durch welchen der genannten Faktoren ihr Entstehen bedingt war, größer ist als bei den Folgeformen, deren Trockensubstanz dafür einen höheren Gehalt an Assimilaten aufweist.

Untersucht wurden, der Einteilung von Diels folgend, Heterophyllien mit gehemmten Primärblättern: Hakea Schrad., Heterophyllien mit gehemmten Folgeblättern: Carmichaelia flagelliformis Colenso, Mühlenbeckia platyclados Meißner, Clematis afoliata Buch., Ulex europaeus L., Berberis vulgaris L., Veronica cupressoides Hook., Juniperus chinensis L., Heterophyllien von unbestimmtem Charakter: Campanula rotundifolia L., Eucalyptus globulus Labill., Callistemon lanceolatus Sweet, Melaleuca incana, M. micromera Schauer, Leptospermum australe, Passerina filiformis Mill., P. pectinata hort., Festuca glauca Lam., Lygeum spartum Loefl., Nardus stricta L. Die anatomischen Verhältnisse sind eingehend berücksichtigt.

Von den Resultaten im einzelnen sei erwähnt, daß bei Juniperus, entgegen den sonstigen Befunden, der Aschengehalt der Retinisporaform eher höher ist als bei der Folgeform und daß bei älteren Hakea-Pflanzen durch Entblättern und Verdunkeln Blattformen erzeugt werden können, die hinter den normalen Primärblättern in ihrer anatomischen Ausbildung zurückbleiben, andererseits Ähnlichkeit mit denjenigen Blättern aufweisen, die an Hakeakeimlingen nach Entfernung der Keimblätter beobachtet werden.

Die auffallende, bislang nur in wenigen Fällen beobachtete Tatsache, daß Erhöhung der Luftfeuchtigkeit eine Steigerung des Aschengehalts zur Folge haben kann, dürfte wohl eine nähere Untersuchung lohnen.

Noack.

Kanitz, A., Temperatur und Lebensvorgänge.

Die Biochemie in Einzeldarstellungen. 1915. **1,** IX + 175. 8⁰. Bornträger, Berlin.

Mit der vorliegenden, vom Verleger mit einem unverhältnismäßig hohen Verkaufspreis bedachten Abhandlung eröffnet Verf. eine neue Sammlung naturwissenschaftlicher Monographien. Der Inhalt des Bandes hält nicht, was der Titel verspricht. Verf. beschränkt sich im wesentlichen auf eine mit zahlreichen Tabellen versehene Zusammenstellung der Tatsachen, die über die Abhängigkeit der Ablaufsgeschwindigkeit der Lebensvorgänge von der Temperatur bekannt sind und die die weitgehende Gültigkeit der van t'Hoffschen Regel — vom Verf. schon

früher umgetauft in RGT-Regel = Reaktionsgeschwindigkeit-Temperaturregel — für die Lebensprozesse beweisen sollen. In Anbetracht der großen Zerstreuung des Tatsachenmaterials über die naturwissenschaftliche und medizinische Literatur ist das Unternehmen als verdienstvoll zu bezeichnen. Ein großer Teil der vorliegenden Beobachtungen mußte vom Verf. erst in die für die van t'Hoffsche Regel charakteristische Formulierung gebracht werden.

In einem ersten allgemeinen Teil gibt Verf. eine Ableitung der Berthelot-van t'Hoffschen Formeln und findet, daß die zweckmäßigste Formulierung ist:

$$Q_{10} = \frac{k_{t+10}}{k_t} = 10^{\frac{10(\log k_2 - \log k_1)}{t_2 - t_1}}$$

wobei Q_{10} die Verhältniszahl zweier Reaktionsgeschwindigkeiten bei t^0 bzw. $t + 10^0$, k_1 und k_2 die bei t_1^0 bzw. t_2^0 beobachteten Reaktionsgeschwindigkeiten bedeuten. Für die meisten chemischen Reaktionen ergibt sich, daß Q_{10} bei gewöhnlicher Temperatur zwischen 2 und 3 liegt.

Die Ausführungen des speziellen Teils sollen nun erhellen, inwieweit bei den einzelnen Lebensvorgängen einmal eine Abhängigkeit der Ablaufsgeschwindigkeit von der Temperatur besteht, zum anderen, inwieweit bei dem tatsächlichen Vorhandensein dieser Abhängigkeit Q_{10} konstant ist.

Zu dem Zweck demonstriert nun Verf. in ziemlich bunter Anordnung den Wert von Q_{10} an einer Reihe von einzelnen Lebensvorgängen wie auch an Gesamtleistungen des Organismus. Es seien angeführt: Herzfrequenz, Leistungen des Muskel- und Nervensystems, Reizerscheinungen bei Pflanzen, Protoplasmaströmung und -permeabilität, Giftwirkung, Lebensdauer, Entwicklungs- und Wachstumsvorgänge, tierischer und pflanzlicher Stoffwechsel. Verf. zieht aus dem Dargestellten den Schluß, daß für verschiedene Lebensvorgänge Q_{10} ein biologisch erhebliches Temperaturintervall hindurch konstant bleibt und daß bei diesen Temperaturen der Wert für Q_{10} meist zwischen 2 und 3 liegt. Dieses Temperaturgebiet liegt bei Pflanzen und Kaltblütern im allgemeinen zwischen $+5^0$ und 25^0, bei Warmblütern zwischen 20^0 und 40^0. Bei zahlreichen Vorgängen fällt Q_{10} mit steigender Temperatur.

Die Kritik im einzelnen mag sich an diesem Ort auf die pflanzenphysiologische Seite der Darstellung beschränken: Die Untersuchungen Czapeks über die Abhängigkeit der geotropischen Präsentations- und Reaktionszeit von der Temperatur bei Lupinus albus werden vom Verf. in einem den erhaltenen Resultaten direkt zuwiderlaufenden Sinn herangezogen, indem Czapek eine vollkommene Unabhängigkeit der Präsentationszeit von der Temperatur im Intervall 15^0 bis 30^0 C feststellte,

und ähnliches auch für die Reaktionszeit fand, Verf. jedoch in diesen Untersuchungen zusammen mit den entgegengesetzten Resultaten Bachs einen »eindeutigen« Beweis für die van t'Hoffsche Regel erblickt. Daß die vom Verf. registrierend erwähnten Berechnungen Balls betr. der Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit der »Baumwollpest«-Hyphen von der Temperatur auf falscher Grundlage ruhen, hat Kuijper in einer auch dem Verf. bekannten Arbeit betont. Ball hat nicht die auf den Zuwachs, sondern die auf die Gesamtlänge sich beziehenden Daten zur Darstellung verwandt. Andererseits ergibt sich aus den von Ball ermittelten Zuwachswerten keine augenfällige Abhängigkeit des Längenwachstums von der Temperatur.

Was die Durcharbeitung des beigebrachten Materials im allgemeinen anbelangt, so läßt Verf. eine streng logische Beziehung der Tatsachen auf die beiden obenerwähnten Gesichtspunkte, unter denen der Beweis für die Gültigkeit der van t'Hoffschen Regel nach seiner eigenen Ansicht geführt werden muß, entschieden vermissen. Er spricht einerseits von der Ungültigkeit der van t'Hoffschen Regel, wenn er beispielsweise (S. 88) findet, daß der Wert Q_{10} für die Protoplasmaströmung von 2,2 bei 10^0 bis 15^0 auf 1,6 bei 15^0 bis 30^0 sinkt, während er andererseits (S. 164) betont, daß sich die van t'Hoffsche Regel nicht mit der Konstanz von Q_{10}, sondern nur mit der »Größe der Temperaturabhängigkeit« befasse. Diese ist jedoch auch im angeführten Beispiel vorhanden. Mit der Feststellung derartiger, vom Verf. selbst gelegentlich als trivial bezeichneten Tatsachen ist für die Biologie freilich wenig gewonnen. Andererseits hat Ref. den Eindruck, daß die Schwankungen von Q_{10}, wie sie sehr häufig innerhalb kleinerer Temperaturzonen zum Ausdruck kommen, ernster zu nehmen sind, als es von Seiten des Verf.s geschieht, um so mehr, als Q_{10} einen Quotienten darstellt. Denn damit wird die Bedeutung auch dieses Teils der van t'Hoffschen Regel für die Biologie in heuristischer Beziehung herabgedrückt. Und der heuristische Gesichtspunkt erscheint Verf. das wesentliche Moment für die Wertbeurteilung der Regel zu sein. Denn, abgesehen von den wenigen Fällen, in denen (wie bei der Temperaturabhängigkeit der Lebensdauer) Q_{10} ganz bedeutende Abweichungen von den Durchschnittswerten aufweist, kann Ref. in fortgesetzten, rein formalen Darstellungen von Q_{10} nur eine Verbreiterung, keine Vertiefung der Wissenschaft erblicken. Noack.

Bovie, W. T., The action of Schumann rays on living organisms.

Bot. Gaz. 1916. **61,** 1—29. 4 Textfig.

Die Arbeiten der letzten Jahre, welche die Wirkung des Lichts auf die Organismen zum Gegenstand haben, weisen darauf hin, daß damit verknüpfte Fragen leichter der Lösung entgegen geführt werden können, wenn man die kürzeren Lichtstrahlen in ihrer Wirkung auf das Protoplasma, als wenn man den Einfluß der längeren, im Sonnenlicht vorkommenden Strahlen studiert. Der Hauptgrund dafür liegt darin, daß die Lichtstrahlen von kürzerer Wellenlänge viel schneller wirken, wobei die chemischen und strukturellen Veränderungen sich leicht verfolgen lassen. Mögen auch diese Veränderungen mit den durch längerwelliges Licht hervorgerufenen nicht identisch sein, so ist doch anzunehmen, daß die durch das Studium der Wirkungen kürzerwelligen Lichts gewonnenen Kenntnisse sich als sehr wertvoll bei der Erklärung der Wirkung von längerwelligen Lichtstrahlen erweisen werden.

So hat sich denn die vorliegende Arbeit zum Ziel gesetzt, den Einfluß der besonders kurzwelligen Strahlen in der Schumann-Region des Spectrums auf das Protoplasma festzustellen. Es sind das Strahlen von besonders geringer Wellenlänge (zwischen 2000 und 1250 Ångström-Einheiten), die schon vor längerer Zeit von Schumann im Ultraviolett festgestellt wurden. (Die näheren Angaben und Literatur darüber finden sich u. a. in H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie I, Bd. 1900.) Daß die Schumannstrahlen nicht schon vorher zu biologischen Versuchen verwendet wurden, lag an den großen technischen Schwierigkeiten, die sich ihrer Anwendung entgegenstellten.

Der Beschreibung der komplizierten Apparatur, die es ermöglicht, Schumann-Strahlen bei den Versuchen zur Wirkung zu bringen, ist ein großer Teil der Arbeit gewidmet, ferner den chemisch-physikalischen Eigentümlichkeiten dieser Strahlen, schließlich den Ergebnissen früherer Arbeiten über die biologische Wirkung von längerwelligen Strahlen.

Als Hauptresultat nach der biologischen Seite hin ließ sich feststellen, daß die Schumann-Strahlen eine außerordentlich zerstörende Wirkung auf das Protoplasma ausüben.

Die Strahlen vermögen allerdings nur wenig tief in die Versuchsobjekte einzudringen. Bei verhältnismäßig dicken Versuchsobjekten werden sie in den äußeren, der Lichtquelle genäherten Teilen, die dadurch eben stark geschädigt werden, vollkommen absorbiert. Das ließ sich besonders deutlich bei Amöben feststellen, deren innere Plasmateile samt Kern ungeschädigt erhalten blieben; sie waren durch die darüber liegende, äußere Plasmaschicht, welche die Schumann-Strahlen absorbierte, geschützt. Versuche mit Spirogyra zeigten, daß die Strahlen auch durch die Zellwand hindurchtreten können. Führt diese jedoch Farbstoffe, wie be-

stimmte Pilzsporen, so vermögen die Schumann-Strahlen die Zellwand, sei sie auch noch so dünn, nicht zu durchdringen.

Was den Einfluß auf die Beweglichkeit in Frage kommender Organismen, wie Amöben und Infusorien, angeht, so ließ sich bei kürzerer Einwirkung ein stimulierender Effekt feststellen; später trat eine Verlangsamung ein, der eine Zerstörung der lebenden Substanz folgte.

Die Veränderungen, die sich im geschädigten Plasma erkennen ließen, bestanden in der Hauptsache im Schrumpfen einzelner, im Schwellen anderer Teile und damit verknüpfter Vacuolisierung oder auch Körnelung. Bestimmte Versuchsresultate deuteten darauf hin, daß die Schädigung auf den Versuchsorganismus selbst direkt durch die Strahlung bewirkt wurde, nicht indirekt durch die Bildung etwaiger giftiger Substanzen im Medium. Betreff der Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden. M. Koernicke.

Osterhout, On the decrease of permeability due to certain bivalent kations.

Bot. Gaz. 1915. **59,** 317—330.

—, The effect of some trivalent and tetravalent kations on permeability.

Ebenda. 1915. **59,** 464—473.

Zur Bestimmung der Permeabilität des Protoplasmas benutzt Verf. eine Methode und ein Material, die er schon früher (vgl. Z. f. B. **6,** 196) benutzt hat: Durch Stiele von Laminaria wird ein elektrischer Strom geschickt und es wird gemessen, wie groß der Widerstand ist, den diese dem Strom darbieten; eine Zunahme des Widerstandes bedeutet Abnahme der Permeabilität, eine Abnahme des Widerstandes Zunahme der Permeabilität.

In den ersten Versuchen werden die Laminariastengel in Lösungen wie $CaCl_2$, $BaCl_2$, $SrCl_2$, $MgCl_2$ und $MnCl_2$ gebracht, die jeweils das gleiche elektrische Leitvermögen besitzen wie das Meerwasser, in dem ein Kontrollstengel sich befindet. Während nun bei diesen letzteren im Laufe der Versuchszeit (mehrere Stunden) keine Änderung des Widerstandes eintritt, steigt diese bei allen Versuchen mit den genannten Salzen zunächst beträchtlich und sinkt dann bedeutend unter seinem Anfangswert. Die Salze haben also eine doppelte Wirkung; sie vermindern die Permeabilität, und sie wirken dann als Gifte (vermehren die Permeabilität). Wie nicht anders zu erwarten, sind diese verschiedenartigen Wirkungen bei den einzelnen untersuchten Salzen recht ungleich.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden dieselben Salze sowie auch einige weitere ($CoCl_2$, $FeSo_4$, $NiCl_2$, $ZnSo_4$, $CdCl_2$, $SnCl_2$) in Form von Kristallen oder von konzentrierten Lösungen zum Seewasser, in dem sich der Laminariastengel befand, zugesetzt. Auch jetzt ergab sich wieder ein Steigen des Widerstandes, dem früher oder später ein Fallen zu folgen pflegt. Tote Kontrollstengel lassen nur ein Fallen des Widerstandes erkennen. — In diesen Versuchen erblickt der Verf. den überzeugenden Beweis, daß die Deutung, die er gibt, richtig ist, daß wirklich die Widerstandsänderungen durch die Permeabilität des lebenden Plasmas bedingt sind.

Die zweite Abhandlung kommt für dreiwertige (La, Ce, Y, Fe, Al) und vierwertige (Th) Kationen zu dem gleichen Ergebnis: auch sie vermindern zunächst die Permeabilität des Plasmas. Unter ihnen befindet sich auch das Aluminium, von dem früher Fluri nur den zweiten Akt seiner Wirkung, die Permeabilitätssteigerung beobachtet hatte. — Die einwertigen Kationen, die früher studiert worden waren, zeigen nichts von einer Permeabilitätshemmung. Jost.

Biedermann, W., Fermentstudien. I. Mitteilung. Das Speichelferment.

Fermentforschung. 1916. **1**, 385—436.

Verf.s Untersuchungen über das »Wirkungsgesetz der Amylasen« führen ihn zur Annahme der Zweienzymtheorie, die im diastatischen Enzym zwei Komponenten voraussetzt, eine »Amylase«, welche das Stärkemolekül nur bis zu Dextrinen aufspaltet und eine »Dextrinase«, die erst an einer gewisse Gruppe dieser letzteren Angriffspunkte findet. Beide Reaktionen verlaufen bei hoher Konzentration des mit äußerster diastatischer Kraft versehenen und schon bei Zimmertemperatur optimal wirkenden menschlichen Speichelfermentes (explosionsartig), lassen sich aber bei starker Verdünnung (z. B. 1 ccm Speichel auf 6 Liter Wasser) zeitlich einwandfrei trennen. Die Gesetzmäßigkeiten in den zeitlichen Verhältnissen und dem übrigen Verlauf der Reaktion bei wechselnder Konzentration werden vom Verf. eingehend untersucht.

Von großer Bedeutung für den Verlauf der Reaktion ist die Natur der verwendeten Stärkelösung. Durch Kochen von Weizenstärke (Amylose Bütschli) hergestellte Stärkelösung ergibt rasche Dextrinbildung (Jodprobe) mit später folgender Verzuckerung (Trommer-Probe), lösliche Stärke von Kahlbaum zeigt dagegen eine Verzögerung der Dextrinbildung und sehr frühzeitige Verzuckerung. Das rührt daher, daß die Kahlbaumsche lösliche Stärke nicht rein ist, sondern bereits etwas Maltose enthält, die eine verzögernde Wirkung auf die Amylase ausübt.

Wird eine ziemlich konzentrierte Speichellösung gekocht, so tritt bald eine sehr starke Abschwächung der Fermentwirkung ein, ohne daß sie jedoch ganz zerstört wird. Dieser kochfeste »Rest«, der bei längerem Stehen schließlich unwirksam wird, gewinnt wieder an Wirkungskraft durch Zusatz von Stärke. Wiederholte Stärkegabe steigert seine Wirksamkeit immer mehr, was auf eine Wechselwirkung zwischen dem »Rest« und der Stärke schließen läßt. Dieses überraschende Ergebnis wird durch Versuche mit Speichelasche geklärt. Gründlich geglühte, von organischer Substanz absolut freie Speichelasche wurde in Wasser wieder gelöst und mit einem neuen Stärkezusatz versehen. Früher oder später wurde diese Stärke zu Zucker aufgespalten. Der rein anorganische Rest des Speichels ist also fähig, eine diastatische Wirkung hervorzurufen. Wie beim »Kochspeichel« wird die diastatische Kraft durch wiederholten Zusatz von Stärke gesteigert, durch Kochen herabgesetzt. Da das nicht eine Wirkung der anorganischen Salze sein kann und sich außerdem aus der mit Stärke versetzten Aschelösung durch Alkohol ein amylotisch wirkender Niederschlag ausfällen läßt, bleibt nichts übrig, als anzunehmen, daß sich Ferment aus der Stärke unter Einwirkung der Speichelasche neu gebildet hat. Diese auf dem Experiment fußende Konstatierung ist natürlich von größtem Interesse und von fundamentaler Bedeutung für unsere Auffassung von der Natur der Enzyme. Wie man sich freilich die Neubildung des Fermentes denken soll, darüber wagt Verf. vorläufig nicht einmal eine Vermutung zu äußern, weist aber auf im Gang befindliche weitere Untersuchungen hin.

R. Harder.

Spoehr, H. A., Variations in respiratory activity in relation to sunlight.

Bot. gazette. 1915. **59,** 366—387.

Spoehr untersucht die Unterschiede in der Atmung ein und derselben Pflanze bei Tag und bei Nacht. Die exakte Methodik des Verf.s schließt sich im wesentlichen an die von Meyer und Deleano an, also Messung der ausgeschiedenen CO_2 durch $Ba(OH)_2$ in besonders modifiziertem Kugelrohr. Als Versuchsobjekte dienten meistens Weizenkeimlinge, einmal kleine Zwiebeln. Die Weizenkörner waren mittels Chloroform, das sorgfältig wieder entfernt wurde, sterilisiert, und die jungen Pflanzen wuchsen steril auf Glaswolle in Erlenmeyerkolben, durch welche die Versuchsluft gesogen wurde. Die Luft kam durch eine besondere Leitung aus der freien Atmosphäre außerhalb des Hauses. Alle Außenfaktoren wie Temperatur, Wassergehalt usw. wurden konstant

gehalten. Die Versuche dehnten sich stets über mehrere Tage aus, während welcher die CO_2-Messung nach bestimmten Zeiten erfolgte.

Als Hauptresultat ergab sich zunächst eine Bestätigung von Meyer-Deleanos Beobachtung, daß bei Tage die Atmung stärker ist, als bei Nacht. Meyer-Deleano führten diese Differenz bekanntlich auf innere Vorgänge in der Pflanze selbst zurück, Spoehr will sie dagegen mit der Wirkung von Außenfaktoren erklären. Zunächst zeigt er durch einen Versuch mit Käfern, daß die Periode nicht nur auf Pflanzen beschränkt ist, sondern auch bei Tieren vorhanden ist. Der Koeffizient $\frac{\text{Atmung bei Tag}}{\text{Atmung bei Nacht}}$ war für Zwiebeln 1,15, für Weizenkeimlinge 1,042 und 1,097, für Käfer 1,099. Als wirksamen Faktor betrachtet Verf. die Ionisation der Luft. Die Luft wird bekanntlich durch die Sonnenstrahlen, besonders deren ultravioletten Anteil, ionisiert. Die Ionisation der Luft muß also bei Tage höher sein als bei Nacht. Über die verschiedenen Grade in verschiedenen Tageszeiten macht Verf. nähere Angaben, die aber nicht recht klar sind, möglicherweise aber nur auf einem Druckfehler beruhen. Wie die erhöhte Ionisation auf die Atmung wirkt, kann Verf. nur hypothetisch erklären, er meint, daß sie höchstwahrscheinlich mit starker »Oxydationskraft« verbunden sei.

Zum Beweis seiner Hypothese macht Verf. folgenden Versuch. Statt der gewöhnlichen atmosphärischen Luft verwendete er solche, die er deionisiert hatte. Die Entionisation erreichte er in der üblichen Weise dadurch, daß er die Luft durch ein Metallrohr strömen ließ, in dessen Achse ein Draht ausgespannt war. Röhre und Draht waren mit den Polen einer Batterie verbunden, bei deren Einschaltung der durchgeleitete Strom die Ionen aus der Luft an seinen Elektroden niederschlägt. Die durch diesen Apparat geleitete Luft ergab für Weizen einen Atmungskoeffizienten $\frac{\text{Tag}}{\text{Nacht}}$ 1,010 und 1,015. Die stärkere Tagatmung war wesentlich herabgesetzt, ganz auf das Nachtniveau war sie aber doch nicht gesunken. Da Verf. nur zwei Versuche mit dem Entionisierungsapparat mitteilt, gibt er selbst zu, daß ihre Zahl zu gering sei, um seine Hypothese exakt zu beweisen. Auch die übrigen Versuche Verf.s machen die Richtigkeit der Hypothese nicht absolut sicher. Vor allem fehlt der experimentelle Beweis, daß die Luft von außerhalb des Hauses, die Verf. bei seinen Atmungsversuchen verwendete, tatsächlich im Versuchsgefäß noch stärker ionisiert war, als die Nachtluft. Bei der Versuchsanordnung des Verf. verstrich durch Kohlensäurebefreiung, Vorwärmen in einem dunklen Thermostaten usw. eine ziemlich lange Zeit, bis die Luft an die Versuchsobjekte gelangte. Diese Zeit

darf aber wohl nicht außer Acht gelassen werden, denn Stark (die Elektrizität in Gasen, Leipzig 1902, S. 41) schreibt: »Unterbricht man die Ionisierung eines Gases, so nimmt die Ionisation infolge der Molisierung rasch ab. Nach wenigen Minuten, ja nach Bruchteilen einer Sekunde haben sich die positiven und negativen Ionen wieder zu neutralen Teilchen vereinigt«. Nun behält zwar ein durch ultraviolett ionisiertes Gas seine Ionisation einige Zeit länger als anders ionisiertes, trotzdem scheint eine Entionisation bei der Versuchsanordnung Verf.s nicht ausgeschlossen. Es wäre also eine Prüfung der Luft auf die Stärke ihrer Ionisation im Versuchsgefäß geboten, was Verf. wenigstens vorläufig noch nicht ausgeführt hat. Auch die Versuchspflanzen Verf.s bedürfen noch einer Verbesserung; sie sind, wie er selbst angibt, für viele Tage währende Dauerversuche nicht sehr gut geeignet.

Es wäre darum zu begrüßen, wenn es Verf. bald gelänge, weitere Beweise für seine interessante Annahme zu publizieren. Damit wäre es gelungen, eine Erscheinung im Pflanzenleben, für deren Zustandekommen man eine Reihe verschiedener innerer Lebensvorgänge teils ganz hypothetischer Art heranziehen kann, auf eine einfache physikalische Basis zurückzuführen, was vielleicht nicht ohne Folge für verwandte Gebiete (z. B. die erst kürzlich veröffentlichte Beobachtung Karstens über die eigentümliche Tag- und Nachtperiodizität im embryonalen Wachstum am Sproßvegetationspunkt und andere mehr) bleiben dürfte.

R. Harder.

Willstätter, R. und **Stoll, A.**, Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. (Erste vorläufige Mitteilung: Über die Beziehungen zwischen Chlorophyllgehalt und assimilatorischer Leistung der Blätter.)

Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1915. **48**, 1540—1564.

Es ist freudig zu begrüßen, daß der auf dem Gebiete der Chlorophyllchemie erfahrenste und erfolgreichste Forscher seine Untersuchungen nunmehr auch auf den Chemismus des Assimilationsprozesses ausgedehnt hat. Die vorliegende Studie behandelt den Zusammenhang zwischen Chlorophyllmenge und Assimilationsgröße. Es wird untersucht, ob hier, wie das vielfach angenommen worden ist, eine Proportionalität besteht oder ob entsprechend der Anschauung Pfeffers infolge des Eingreifens anderer Faktoren keine einfache proportionale Beziehung anzunehmen ist. Die letztere Auffassung wird durch die Versuche bestätigt. Es ist danach wahrscheinlich, daß das Chloroplastenstroma bzw. das gesamte Plasma an dem Assimiationssprozeß beteiligt ist, und zwar stellen

die Verf. sich diese Beteiligung in Form einer enzymatischen Wirkung vor.

Was die Versuchsmethode anlangt, so wurde bei 25° einer relativ hohen Kohlensäurekonzentration (5%) und hoher Lichtintensität (45000 bis 130000 Kerzen) gearbeitet, um von vornherein möglichst zu vermeiden, daß diese Faktoren als begrenzende im Sinne Blackmans auftreten, wodurch der Einfluß innerer Faktoren getrübt werden würde. Zur Bestimmung des Gaswechsels diente mit einigen Verbesserungen die Kreuslersche Methode. Es wurde jedesmal in einem Dunkelversuche die Atmungsgröße bestimmt und die bei der Atmung produzierte Kohlensäure bei den Assimilationswerten in Anrechnung gebracht, so daß (abgesehen von einem eventuell vorhandenen Einfluß des Lichts auf die Atmung) die wahren Assimilationsgrößen gefunden wurden. Außerdem wurde bestimmt der Chlorophyllgehalt der Blätter, meist auch ihre Flächengröße und ihr Trockengewicht. Aus den erhaltenen Werten berechnen die Verff. eine Größe, die sie Assimilationszahl nennen. Sie verstehen darunter die in einer Stunde assimilierte CO_2-Menge (in g) pro 1 g Chlorophyll, also

$$\text{Assimilationszahl} = \frac{\text{in 1 Stde. assim. } CO_2 \text{ (in g)}}{\text{Chlorophyll (in g)}}$$

Diese Assimilationszahlen müßten nun bei den verschiedensten Blättern gleich sein, wenn die Assimilationsgröße zur Chlorophyllmenge in direkter proportionaler Beziehung stünde. Das war aber keineswegs der Fall. Es zeigte sich vielmehr folgendes: Junge, noch grüngelbe Blätter assimilieren absolut zwar schwächer als ausgewachsene dunkelgrüne, die Assimilationszahl ist aber meist wesentlich höher. Ganz bedeutend höhere Assimilationszahlen ergaben chlorophyllarme Blätter von gelbgrünen Varietäten im Vergleich zu den normalgrünen der Stammform. Bei Ulmus betrug dieser Unterschied mehr als das Zehnfache, in einem Fall fast das Zwanzigfache. Ähnlich hohe Werte für die Assimilationszahl wurden — entgegen den Ergebnissen Irvings (Ann: of Bot. 1910. **24.**) — gefunden bei ergrünenden etiolierten Blättern, dagegen sind die Assimilationszahlen chlorotischer Blätter von in eisenfreier Lösung aufgezogenen Pflanzen ebenso groß oder kleiner als die normaler.

In einem Schlußabschnitt fassen die Verff. das Ergebnis weiterer Versuche, deren genauere Mitteilung sie sich für die ausführliche Arbeit vorbehalten, folgendermaßen zusammen: »Bei chlorophyllreichen Blättern ist unter den geschilderten Versuchsbedingungen eine Vermehrung des Lichts ohne Einfluß auf die Assimilation; diese sinkt nicht, wenn wir mit der Lichtstärke auf die Hälfte bis ein Viertel herabgehen. Das spricht für die Annahme, daß hier das Chlorophyll gegenüber dem

assimilatorischen Enzym im Überschuß ist. Erhöhung der Temperatur bewirkt bei den normalen Blättern Steigerung der Assimilation, weil der enzymatische Vorgang durch Temperaturerhöhung stark beschleunigt wird. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei den wenig Farbstoff enthaltenden Blättern, bei den untersuchten gelbblättrigen Varietäten. Hier finden wir nur einen geringen Einfluß der Temperatursteigerung von 15 auf 30°. Das Enzym ist aber hier im Überschuß gegenüber dem Chlorophyll, schon bei mittlerer Temperatur (25°) genügt das Enzym für die Leistung des Chlorophylls. Hingegen ist die Steigerung des Lichts von Nutzen; bei Verminderung der Lichtstärke erfolgt sofort Rückgang der Assimilation. Nur wenn das Chlorophyll vollständig ausgenutzt wird, nämlich bei stärkerer Beleuchtung, läßt sich in den chromatinarmen Blättern die maximale Leistung für das vorhandene Enzym erzielen.«

Auf die, wie es scheint, nicht unwesentlichen Folgerungen, die sich daraus für die Blackmansche Theorie der begrenzenden Faktoren ergeben, soll hier noch nicht eingegangen werden. Auch wird man noch den zwingenden Beweis dafür, daß die neben dem Chlorophyll wirksame innere Bedingung ein Enzym ist, abwarten müssen.

Es sei noch hervorgehoben, daß die Verff. anscheinend die Arbeit von Lubimenko (Rev. gén. de bot. 1909. **20**), in der dieselbe Frage behandelt wird, übersehen haben. Lubimenkos Ergebnisse decken sich insofern völlig mit denen der Verff., als auch er bei jungen Blättern eine relativ höhere Assimilationsgröße findet; auch hinsichtlich des Temperatureinflusses besteht im großen und ganzen Übereinstimmung. Ein Einwand, den Ref. gegen die Untersuchung Lubimenkos erhoben hat (Zeitschr. f. Bot. 1910. **2**, 208) trifft allerdings auch für die Arbeit der Verff. zu. Es kommt für die Assimilation nicht nur auf die absolute Menge des Chlorophylls bzw. der Chloroplasten an, sondern vor allem auch auf die Verteilung derselben im Blattquerschnitt. Die tiefer liegenden Chlorophyllkörper erhalten ein schwächeres und qualitativ verändertes Licht. Bei chlorophyllarmen Blättern ist die Durchleuchtung natürlich eine ganz andere als bei chlorophyllreichen. Darum glaubt Ref., daß die Schlüsse, die die Verff. aus ihren Ergebnissen ziehen, noch nicht als sicher bezeichnet werden können. Kniep.

Wasniewski, S., Der Einfluß der Temperatur, des Lichtes und der Ernährung mit Stickstoff und Mineralstoffen auf den Stoffwechsel in den Keimpflanzen des Weizens.

Bull. de l'Acad. des sciences de Cracovie. Classe des sciences math. et. nat. 1914. Serie B: Sciences nat.

Die Aufgabe, die sich der Verf. gestellt hat, den Umsatz der Reservestoffe und den Einfluß der äußeren Faktoren auf diese Vorgänge zu erforschen, löst derselbe in der interessanten, recht konzentrierten Arbeit unter gründlicher Ausnützung des vorhandenen Tabellenmaterials.

Die Analysen der Samen resp. Pflänzchen beziehen sich abgesehen von Frisch- und Trockengewicht auf die Bestimmung der Menge an Stärke, Dextrose, Dextrin, Rohfaser, Zellulose, Stickstoff der Proteinstoffe, Ammoniakstickstoff, Asparaginstickstoff, N. der Albumosen, Peptone und organischen Basen, und des N. in unbestimmten organischen Verbindungen, sowie des Fettgehaltes.

Über die bei den Analysen verwendete Methodik muß die Originalarbeit selbst Auskunft geben, da die Wiedergabe zu weit führen würde.

Der Verf. hat vier verschiedene Versuchsserien durchgeführt. In der ersten bestimmte er den Einfluß von Licht und Temperatur auf den Stoffwechsel bei fehlender Zufuhr von N.-haltiger Nahrung, in der zweiten unter gleichen Bedingungen bei Darreichung von N.-haltiger Nahrung; in der dritten untersucht er den Stoffwechsel bis zum Verbrauch der Reservestoffe, in der vierten den Einfluß der Mineralstoffe. Aus dem Vergleich der beiden ersten Serien geht hervor, daß der absolute Wert der zersetzten Stärke und der absolute Verlust durch Veratmung in N.-freier Nährlösung geringer ist, als in N.-haltiger. Dagegen bleibt der Prozentgehalt der durch Veratmung zersetzten Stärke im Vergleich zu der zur Gewebebildung verbrauchten annähernd überall gleich (72%). Bei dieser Berechnung ist der in dem Pflänzchen nachweisbare Zucker und das Dextrin umgerechnet und als noch vorhandene Reservestärke einbezogen.

Die Temperatur spielt bei Versuchen in 10° und 20° nur eine Rolle hinsichtlich der Schnelligkeit der Entwicklung, nicht aber in bezug auf die Ökonomie der Stärkeausnützung. Bei 34° dagegen — 5° über dem Optimum für Weizen — steigt die Menge der veratmeten Stärke auf 82%; bei Licht unter CO_2 Ausschluß betrug dieser Wert wie in den entsprechenden Dunkelversuchen auch ca 72%.

Bei Berechnung des Stärkeverbrauchs zur Bildung einer Einheit Rohfaser und Zellulose ergeben die Versuche in N.-freier Nährlösung kleinere Werte als in N.-haltiger Nährlösung. Der Verf. sieht hierin jedoch keinen Widerspruch damit, daß die Ökonomie des Stärkeverbrauchs bei Gegenwart oder Mangel von N. die gleiche ist, sondern sieht den Grund für den Mehrverbrauch von Stärke bei Stickstoffzugabe darin, daß die Stärke dann noch zum Aufbau anderer organischer Substanzen verwendet wird.

Wie bei der Ökonomie der Atmung, so ist es auch pro Einheit

Rohfaser und Zellulose gleichgültig, ob der Versuch bei 10⁰ oder 20⁰, im Licht unter CO_2 Ausschluß, oder im Dunkeln angestellt wurde. Nur oberhalb des Optimums bei 34⁰ war der Stärkeverbrauch ungünstiger.

Wurden die Kulturen in destilliertem Wasser angesetzt, so stellt sich der Stärkeverbrauch hinsichtlich der Prozente veratmeter Stärke als auch der Bildung pro Einheit Rohfaser und Zellulose wesentlich unökonomischer als bei Zugabe von Mineralsalzen. Auf dieser Differenz beruhen jedenfalls die abweichenden Resultate des Verf.s gegenüber von Sachsse und Detmer, nach deren Versuchen $^5/_6$ der Stärke veratmet wurde.

Die Hydrolyse der Stärke geht in den ersten Tagen der Entwicklung schneller vor sich, als die Pflanze die gebildeten Zwischensubstanzen verbraucht. Dadurch findet zunächst eine Anhäufung von Zucker und Dextrin statt. Später nimmt die Zersetzung der Stärke ab, dafür verschwindet der Vorrat an Dextrin und Zucker. Der Verbrauch der Kohlehydrate nimmt bei supraoptimaler Temperatur wesentlich zu. Für die Hydrolyse der Stärke ist die Anwesenheit oder der Mangel an Mineralstoffen ohne Bedeutung. Dagegen war in mineralischer Lösung eine sehr viel stärkere Zunahme an Zellulose in % der Trockensubstanz des Samens (11,73 : 8,76 resp. 16,92 : 12$^3/_4$) und entsprechend eine erhöhte Zuckerabnahme im Vergleich mit den Kulturen in destilliertem Wasser.

Der Fettgehalt der Pflanze nimmt mit der Entwicklung etwas zu und zwar bei mineralischer Nährlösung stärker, als in destilliertem Wasser. Bei Kulturen bis zur Erschöpfung der Reservestoffe sinkt der Fettgehalt wieder, vermutlich durch Veratmung.

Die Eiweißstickstoffe der Pflänzchen, die in mineralischer Nährlösung ohne N.-Beigabe aufgezogen sind, nehmen im Vergleich zu denjenigen des Samens mit der Entwicklung stark ab. Es wächst dagegen die Menge der Aminosäureamide (Asparagin) wesentlich, außerdem sind später geringe Mengen Ammoniak und durch Phosphorwolframsäure nicht fällbare Stickstoffverbindungen nachweisbar.

Der Einfluß der supraoptimalen Temperatur macht sich durch eine gesteigerte Eiweißzersetzung geltend; unterhalb des Temperaturoptimums war ein Einfluß der Temperatur nach Erlangen des gleichen Entwicklungsstadiums ohne Belang. Im Licht ist die Eiweißverminderung wesentlich geringer als im Dunkeln, was der Verf. eher auf einen Wiederaufbau von Eiweiß im Licht, als auf eine Herabsetzung des Eiweißzerfalles schiebt.

Bei Darreichung einer N.-haltigen Nährlösung ist das Licht zunächst ohne Einfluß auf die Bildung von organischen Stickstoffverbindungen

auf Kosten der Nitrate der Nährlösung. Es begünstigt aber die Bildung organischer Stickstoffverbindungen bei einem Wachstum bis zur Erschöpfung der Reservestoffe. Der Verf. nimmt an, daß dann das Licht als Energiequelle in Anspruch genommen wird, sobald der Energiegewinn durch die verminderte Atmung nicht mehr genügt. Diese Begünstigung der Eiweißsynthese durch das Licht ist so stark, daß die Eiweißmenge der Pflänzchen im Vergleich zu der der Samen trotz der gleichzeitigen Eiweißzersetzung absolut zunimmt. Der im Dunkeln aus der Nährlösung aufgenommene N. wird fast ausschließlich zur Bildung von Asparagin und Eiweißstoffen verwendet. Bei Kultur bis zum Verbrauch der Reservestoffe sinkt die Zunahme an Eiweißstoffen, während die des Asparagins umsomehr steigt. Dasselbe gilt bei den unter gleichen Bedingungen gezogenen Lichtpflanzen. Der Schluß des Verf.s ist wohl berechtigt, daß es den Pflänzchen dann an den nötigen Reservestoffen zum Aufbau des Eiweiß auf Kosten des Asparagins mangelt.

Ein Unterschied zwischen den in destilliertem Wasser, in N.-freier und N.-haltender Nährlösung gezogenen Pflänzchen, macht sich nicht nur in der Schnelligkeit des Wachstums geltend, sondern zeigt sich auch in der relativen Größe der Ausbildung der oberirdischen Organe und des Wurzelsystems. R. Stoppel.

Schreiner, O., und **Skinner, J. J.,** Specification of organic compounds in modifying plant characteristics; methylglycocoll versus glycocoll.

Bot. Gaz. 1915. **59,** 445—463.

Diese Untersuchung schließt sich eng an zahlreiche Studien der gleichen Autoren an, die sich mit dem Einfluß organischer Verbindungen auf das Wachstum grüner Pflanzen beschäftigen. Als Versuchspflanze wurde Weizen benutzt, der in Wasserkulturen verschiedener Zusammensetzung aufwuchs. Bei Zusatz von Glycocoll zu dieser war Wachstum und Gewicht dieser Pflanzen beträchtlich gesteigert, umsomehr je weniger Stickstoff in Form von Nitrat die Nährlösung enthielt. Wie zahlreiche andere organische, N-haltige Stoffe kann Glycocoll als Ersatz für Nitrate dienen. — Ganz anders war die Wirkung des Methylglycocolls. In allen Kulturen war das Wachstum stark herabgesetzt und die Gestalt der Pflanzen abnorm. Diese Wirkung trat umsomehr in Erscheinung, je günstiger die anorganische Nährlösung für die Pflanze war. Jost.

Bakke, A. L., The index of foliar transpiring power as an indicator of permanent wilting in plants.

The bot. gaz., 1915, **60**, 314—319.

Der Verf. verfolgt an ausgerissenen Sonnenblumenstengeln den Gang des Transpirationsvermögens der Blätter mit Hilfe der von Livingston ausgearbeiteten Kobaltpapiermethode, die in gewissen Fällen für die Beobachtung von absoluter Transpiration und Evaporation eintreten kann. Das Transpirationsvermögen sinkt unter den Bedingungen des Versuchs in den ersten fünf Stunden nach der Unterbindung der Wasserzufuhr erst rasch, dann langsamer; in den beiden folgenden Stunden hebt sich die relative Transpiration wieder beträchtlich, um darauf wieder herunterzugehen bis zum Vertrocknen der Blätter. Die Steigerung der Transpiration trotz fortschreitendem Welken ist sehr merkwürdig, und der Verf. deutet sie in einleuchtender Weise mit der Annahme, daß die zu Beginn des Welkens noch vorhandenen kontinuierlichen Wassersäulen in den Gefäßen des Stengels mit der Zeit zu reißen beginnen, wodurch die Blätter plötzlich in die Lage kommen, gewisse bis dahin schwer zugängliche Wassermengen an sich zu ziehen. Der vermehrten Wasserzufuhr zu den Blättern folgt eine stärkere Quellung der Epidermismembranen, die nun leichter Dampf abzugeben vermögen. Die Verminderung der Transpiration zu Beginn des Versuchs wird umgekehrt ganz aus der fortschreitenden Entquellung der oberflächlichen Zellhäute erklärt. Seit der Arbeit von Lloyd (1908) ist es ja in Amerika üblich zu ignorieren, daß es Spaltöffnungen gibt, und es wird wohl noch eine Zeit lang dauern, bis dieser Unfug aufhört.

Es wäre von größtem Interesse zu erfahren, ob eine bewurzelte Pflanze, die wegen Austrocknung des Bodens so weit welk geworden ist, daß sie die Steigerung der Transpiration schon hinter sich hat, also nach Bakkes Deutung keine zusammenhängenden Wasserfäden mehr besitzt, bei Bewässerung sich noch zu erholen vermag. Der Verf. fragt nur nach der Beziehung der von ihm entdeckten Erscheinung zu dem »permanenten Welken«, d. h. zu dem Zustand, in dem ein 24-stündiger Aufenthalt in einem dampfgesättigten Raum der bewurzelten Pflanze nicht ermöglicht ohne Befeuchtung des Bodens straff zu werden. Er glaubt, das permanente Welken sei die Periode unmittelbar vor der ausgedehnteren Beschädigung der Wassersäulen. Es ist aber nicht einzusehen, warum eine bei kräftiger Transpiration welk gewordene Pflanze in einem absolut feuchten Raum nicht mit der Zeit wieder ein gewisses Maß von Turgeszenz erlangen soll, falls die Wassersäulen intakt sind. Jetzt sind wir, wie es scheint, in den Besitz eines Mittels gekommen

den kritischen Zustand der Leitbahnen zu erkennen, und das Studium der Wasserversorgung wird davon sicher Nutzen haben.

O. Renner.

Klebs, G., Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **56**, 734—792.

Schon früher (diese Zeitschr. 1912. **4**, 643) hat Verf. über Tropenpflanzen berichtet, die er in seinem Heidelberger Gewächshaus durch freies Auspflanzen zur Aufgabe der Winterruhe zwingen konnte. In der vorliegenden Arbeit werden diese Versuche mit jungen Tropenbäumchen (5 verschiedene Arten) fortgesetzt und das Wachstum durch tägliche Messung der Blattlänge verfolgt. Bei vier Arten glückte es, durch Verpflanzungen in größere Mengen gut gedüngter Erde (oft verbunden mit starkem Zurückschneiden) ein Wachstum zu erzielen, das bis jetzt 1 bis 2 Jahre lang ununterbrochen angedauert hat. Das günstigste Versuchsobjekt bildete die Mimosacee Pithecolobium Saman; bei ihr kann man nach Verf. »mit der gleichen Sicherheit Wachstum oder Ruhe bewirken, wie bei einer Vaucheria Zoosporenbildung oder geschlechtliche Fortpflanzung, oder wie bei einer chemischen Substanz den flüssigen oder festen Zustand«. Dasselbe Exemplar, das frei ausgepflanzt, während des ersten Winters ununterbrochen gewachsen war, zeigte, nach dem Verpflanzen in einen Topf, im zweiten Winter eine deutliche Periodizität (Hauptsproß ruhte 5 Monate lang), wuchs aber, in neue Erde versetzt und stark zurückgeschnitten, im dritten Winter wieder beständig weiter. Die vom Verf. so sehr betonte Bedeutung der Nährsalze ergab sich am deutlichsten beim mehrfachen Übertragen derselben Pflanze aus Sand oder destilliertem Wasser in Knopsche Lösung und umgekehrt. Nach dem Übertragen aus dem reichen in das arme Medium dauerte das Wachstum noch 5 bis 7 Wochen an und ging dann in Ruhe über, die, nach dem Versetzen in nährsalzreiches Substrat, schon nach 1 bis 2 Tagen durch erneutes Wachstum abgelöst wurde. Nicht minder interessant sind die Versuche mit Sterculia macrophylla, die um so längere Ruheperioden aufwies, je länger sie im gleichen Topfe blieb.

Die Arbeit bringt neue, wertvolle Belege für die Bedeutung der Außenfaktoren (speziell Nährsalze und Licht), und schließt durch Benutzung ein und desselben Individuums den Einfluß von Rassenunterschieden aus. Man wird den Wunsch des Verf.s, die unbekannten inneren Ursachen durch Bekanntes zu ersetzen, durchaus teilen und

seine rastlosen Bemühungen vollauf würdigen, zugleich aber auch verstehen, daß bei einem so verwickelten Problem in den Schlußfolgerungen Zurückhaltung geboten ist. Der Nachweis eines ununterbrochenen Wachstums glückte noch nicht für alle Versuchspflanzen und liegt überhaupt erst für 1 bis 2 Jahre und für die erste Jugend vor; ob unter geeigneten Kulturbedingungen die Ruheperioden während der ganzen Lebensdauer und bei allen Tropenbäumen verschwinden, das kann man im Interesse einer baldigen Klärung wohl hoffen, zur Zeit aber nicht wissen. Ferner brauchen die Ruheperioden in der Natur nicht durch dieselben Ursachen bedingt zu sein, wie in den Gewächshauskulturen; man kann daher Verf. nur beipflichten, wenn er in seinen Folgerungen vorsichtig ist. Verf. rückt die Nährsalze allerdings in den Vordergrund, was bei den erzielten Erfolgen begreiflich erscheint, er weist aber auch neuerdings auf die Kompliziertheit der Bodenfrage hin und stellt weitere Versuche in Aussicht. Ursprung.

Leick, E., Die Erwärmungstypen der Araceen und ihre blütenbiologische Deutung.

Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33,** 518—536.

Der Verf. ist der Ansicht, daß alle ansehnlichen Temperatursteigerungen, die bisher bei Araceen beobachtet wurden, als Anlockungsmittel für bestäubende Insekten aufgefaßt werden können. Er unterscheidet auf Grund eigener und fremder Studien vier verschiedene Erwärmungstypen der Araceenblütenstände, deren Verlauf in jedem Fall der Eigenart des Blütenbaues und der Bestäubungseinrichtung entsprechen soll.

Der erste ist der Monstera-Typus, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die Erwärmung keine ausgeprägte Lokalisation aufweist, sondern dem ganzen Blütenstande in ungefähr gleichem Maße zukommt. Das stimmt mit dem Blütenbau insofern gut überein, als die ganze Spadix von oben bis unten gleichmäßig mit fertilen männlichen und weiblichen Blüten bedeckt ist. Die Erwärmung erfolgt in drei Maxima an drei aufeinanderfolgenden Blütetagen, von denen das erste zur Narbenreife eintritt, während das zweite, besonders ansehnliche, sich gerade zur Zeit der Antherenöffnung einstellt. Die Insekten werden also zweimal angelockt, erstens zur Bestäubung der weiblichen Blüten und zweitens zur Abfuhr des jetzt ausgestreuten Pollens. Dem letzteren Zweck dient wahrscheinlich auch das dritte weit schwächere Maximum. Bei dem zweiten, dem Philodendron-Typus, erwärmen sich Mitte und Gipfel des Kolbens sehr viel stärker als die Basis. Dieser Differenzierung in der Wärmeproduktion entspricht eine solche im Blütenbau, denn der obere

Teil trägt nur männliche und der untere nur weibliche Blüten. Der erstere bedarf also nach Reifung des Pollens keines Reservematerials mehr und kommt deshalb für eine gesteigerte physiologische Oxydation in erster Linie in Betracht. Der dritte, der Colocasia-Typus ist blütenbiologisch dadurch charakterisiert, daß der Kolben durch Fehlschlagen eines Teiles der Blüten in mehrere Zonen getrennt ist. Dementsprechend tritt hier ein neues Element in die Erscheinung: Die Haupterwärmung hat ihren Sitz in einem Teile des Blütenstandes, der seiner Sexualtätigkeit beraubt ist, nämlich in dem mit Staminodien bedeckten Kolbengipfel. Die Ausbildung des Kolbengipfels als Thermophor ist noch stärker ausgeprägt bei dem Arum-Typus. Er ist ein vollkommen steriler Appendix geworden, ohne jede Andeutung von Staminodien. Im Gegensatz zu den übrigen Typen tritt hier die Haupterwärmung gleich beim ersten Maximum auf. Das hängt mit einer weiteren morphologischen Differenzierung des Blütenstandes zusammen: Der auch schon bei Colocasia vorhandene Spathenkessel ist zu einer vollendeten Fallenvorrichtung umgestaltet. Deshalb können die Bestäuber, wenn sie durch die erste Erwärmung angelockt sind, nicht vor Öffnung der Antheren wieder entwischen, so daß nur eine einmalige Anlockung nötig ist.

Die vier verschiedenen Typen der Erwärmung stehen also in engem Zusammenhang mit dem jeweiligen Blütenbau und der Versuch des Verf.s, sie als eine blütenbiologische Anpassung zu deuten, muß als recht ansprechend bezeichnet werden. Nienburg.

Lundegårdh, H., Über die Blütenbewegungen und Tropismen bei Anemone nemorosa.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1916. **57,** 80—94. Heft 1.

Der Verf. berichtet über einige interessante Beobachtungen, die er an Blüte, Blütenstiel und Stengel von Anemone nemorosa gemacht hat. Als Stengel ist dabei das zwischen Rhizom und Hochblättern befindliche Stengelstück, als Stiel das von den Hochblättern zur Blüte führende bezeichnet. Beide haben apikales Wachstum. Der Stengel hat ein starkes geotropisches Reaktionsvermögen, und ein schwaches phototropisches, während der Stiel umgekehrt eine stärkere heliotropische Empfindlichkeit besitzt, die sich in hellem Sonnenlicht schon nach 10 Minuten bemerkbar machte. Dieses Reaktionsvermögen (oder Empfindlichkeit) wird erst erreicht, wenn die Blüte sich entwickelt. Bei längerer Versuchsdauer geht die heliotropische Reaktion auch auf den Stengel über.

Das Wachstum ist bei Belichtung sehr viel intensiver, als in Dunkel-

heit. Anhaltende Verdunkelung wirkt auf die ganze Pflanze so nachteilig, daß auch bei nachfolgender Belichtung das normale Wachstum nicht wieder erreicht wird. — Der Blütenstiel macht abends eine nyctinastische Krümmung, die auch bei Rotation an einer horizontalen Klinostatenachse im Lichtwechsel nicht ausbleibt, wohl aber in dauernder Dunkelheit auch ohne Rotation. Auch die Blüte bleibt unter diesen Umständen dauernd offen. Ob der daraus gezogene Schluß des Verf.s berechtigt ist, der Pflanze eine autonome Periodizität abzusprechen, ist dem Ref. fraglich, da ja dauernde Dunkelheit das Wachstum sehr stark herabsetzt, und den ganzen Organismus der Pflanze störend beeinflußt. Überhaupt sind durch die Versuche des Verf.s die thermo- und andere nastische (photo-) Einflüsse nicht scharf getrennt, was die Schlafbewegungen des Blütenstiels und der Kronblätter anbetrifft. Das von dem Verf. angeführte Beispiel einer thermonastisch reagierenden Blüte — der Nymphea — dürfte keinesfalls so einfach erklärbar sein; die Blüten dieser Pflanze sind in dauernder Dunkelheit und bei konstanter Temperatur zu einem autonomen, inversen Rhythmus zu bringen. — Für Schlafbewegungen des Blütenstieles lassen sich auch weitere Fälle anführen. Z. B. legen sich abends die Stiele der Knospen und jüngeren Blüten von Bellio perennis nieder. Daß dies bei den älteren nicht geschieht, mag im Zusammenhang stehen mit den interessanten Korrelationserscheinungen zwischen den Geschlechtsteilen der Blüte und den Bewegungen des Blütenstieles, die der Verf. bei Anemone nemorosa beobachtete.

Über die Mechanik, die die nastische Bewegung des Blütenstieles herbeiführt, sind die Akten noch nicht geschlossen. Der Verf. nimmt ein ungleiches Wachstum der Blütenstielhälften auf Grund einer labilen physiologischen Dorsiventralität an. Der Beweis dafür ist aber nicht erbracht. Daß das Licht ausschlaggebend sein kann für die Dorsiventralität geht aus der Angabe S. 86 hervor, daß die Neigungsrichtung des Stieles am Abend abhängt von der Beleuchtungsrichtung am Tage. Dabei kann es sich nicht um ein passives Überneigen abends nach derjenigen Seite handeln, nach der der Stiel tagsüber gekrümmt war, denn die Biegungsfestigkeit des Stieles nimmt abends zu. Es handelt sich also um eine aktive Bewegung nach einer Seite, die bestimmt ist durch einen äußeren oder inneren Reiz. Ref. möchte hier jedoch bemerken, daß bei der Wertung des Faktors der Biegungsfestigkeit Rücksicht genommen werden muß auf die Beobachtungen Tröndles, daß die Permeabilität der Zellen durch das Licht verändert wird. Demzufolge können die Zellen tagsüber einen anderen osmotischen Druck, also auch Turgor, haben als nachts, weshalb die für die Biegungsfestig-

keit gefundenen Werte am Tage und in der Nacht keine so einfach vergleichbaren Ausdrücke sind. — Auch daraus, daß der Stiel sich abends gerade nach der Seite neigt, die tagsüber belichtet war, also infolge der Lichtwirkung stärker wachsen müßte, ist schon zu ersehen, wie kompliziert dies mechanisch-physiologische Problem der Schlafbewegungen des Blütenstieles ist. Somit entbehrt die Arbeit nicht vieler interessanter Angaben, die meist aber noch einer weiteren Ausarbeitung bedürfen.

Stoppel.

Neue Literatur.

Zelle.

Bonazzi, A., s. unter Bakterien.
Meyer, A., Die Allinate. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**, 168—174.)
Pénau, H., s. unter Bakterien.

Gewebe.

Browne, J. M. P., s. unter Farnpflanzen.
Heßmer, M., Anatomische Untersuchungen an Sonnen- und Schattenblättern immergrüner Pflanzen. Diss. Halle. *1914.*
Holden, R., s. unter Farnpflanzen.
Rasch, W., Über den anatomischen Bau der Wurzelhaube einiger Glumifloren und seine Beziehungen zur Beschaffenheit des Bodens. (Beitr. z. allgem. Bot. *1916.* **1**, 80—115.)
Schüepp, O., s. unter Morphologie.

Morphologie.

Costerus, J. C., A fresh investigation on the structure of the flower of Canna. (Ann. jard. bot. Buitenzorg. 2. Sér. *1916.* **14**, 165—184.)
Magnus, W., s. unter Ökologie.
Schüepp, O., Untersuchungen über Wachstum und Formwechsel von Vegetationspunkten. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1916.* **57**, 17—80.)

Physiologie.

Adams, J., On the germination of the pollen grains of apple and other fruit trees. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 131—148.)
Akermann, Å., Untersuchungen über die Chemotaxis der Laubmoos-Spermatozoiden. (Bot. Not. för År. *1915.* 205—209.)
Anters, E., Zur Kenntnis der jährlichen Wandlungen der stickstoffreien Reservestoffe der Holzpflanzen. (Ark. för Bot. *1916.* **14**, 25 S.)
Bannert, O., Über den Geotropismus einiger Infloreszenzachsen und Blütenstiele. (Beitr. z. allgem. Bot. *1916.* **1**, 1—45.)
Borovicov, G. A., s. unter Algen.
Bottomley, W. B., The root-nodules of Ceanothus americanus. (Ann. Bot. *1915.* **29**, 605—610.)

Briggs, L. I., and **Schantz, H. L.,** Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environmental factors. (Journ. agr. Res. *1916.* **5,** 583 bis 649.)

Cihlar, C., Die mikrochemischen Untersuchungen über das Vorkommen von Chitin in Pflanzenmembranen. (Mitt. kroatisch naturw. Ver. Agram. *1916.*)

Fünfstück, M., und **Braun, R.,** Zur Mikrochemie der Droseraceen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 160—168.)

Gautier, A., et **Clausmann, P.,** Le fluor dans le règne végétal. (Compt. rend. Ac. Sc. Paris. *1916.* **162,** 105—112.)

Hagmann, S., s. unter Pilze.

Hertel, A., Über das Zittern der Laubblätter. Diss. Erlangen. *1915.* 62 S.

Hooker, H. D., Physiological observations on Drosera rotundifolia. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916.* **43,** 1—29.)

Kayser, E., Contribution à l'étude des ferments du rhum. (Compt. rend. *1915.* **161,** 181—184.)

Kidd, F., The controlling influence of carbone dioxide. III. The retarding effect of carbon dioxide on respiration. (Proc. r. Soc. London. *1916.* **89,** 136—156.)

Kühn, O., Das Austreiben der Holzgewächse und seine Beeinflussung durch äußere Faktoren. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1916.* **57,** 1—17.)

Küster, E., Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 184—194.)

Lindner, G., Über die Gasbewegung in dicotylen Holzgewächsen und die chemische Zusammensetzung der durchgesogenen Luft in ihrer Abhängigkeit von physikalischen und physiologischen Faktoren. (Beitr. z. Biol. d. Pfl. *1916.* **13,** 1—97.)

Lieske, R., s. unter Algen.

Lundegårdh, H., Über Blütenbewegungen und Tropismen bei Anemone nemorosa. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1916.* **57,** 80—95.)

Mazé, P., Sur le rôle de la chlorophylle. (Compt. rend. *1915.* **160,** 739—742.)

Molisch, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei für Botaniker, Gärtner, Landwirte, Forstleute und Pflanzenfreunde. Fischer, Jena. *1916.* I + 305 S. 127 Abb.

—, Über einige Beobachtungen an Mimosa pudica. (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. Abt. I. *1915.* **124,** 22 S.)

—, Über das Treiben ruhender Pflanzen mit Rauch. (Ebenda. *1916.*)

—, Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 66—73.)

—, Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. (Ebenda. 154—160.)

Müller, K., s. unter Ökologie.

Nagai, J., s. unter Moose.

Osterhout, W. J. V., The measurment of toxicity. (Journ. Biol. Chemistry. *1915.* **23,** 67—70.)

—, The decrease of permeability produced by anesthetics. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 148—159.)

Röhmann, F., Die Chemie der Cerealien in Beziehung zur Physiologie und Pathologie. (Samml. chem. u. chem.-techn. Vortr. *1916.* **12,** 1—28.)

Trowbridge, C. C., The thermometric movments of tree branches at freezing temperatures. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916.* **43,** 29—57.)

Ursprung, A., und **Blum, G.,** Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **3,** 88—105.)

—, Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. (Ebenda. 105 bis 123.)

—, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert. (Ebenda. 123—142.)

Warnebold, H., s. unter Angewandte Botanik.

Weber, F., Über eine einfache Methode, die Wegsamkeit der Lenticellen für Gase zu demonstrieren. (Ebenda. **3,** 73—82.)

Weber, F., Über eine einfache Methode zur Veranschaulichung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. (Ebenda. **34,** 174—184.)

Windel, E., Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns in wachsenden Haaren. (Beitr. z. allgem. Bot. *1916.* **1,** 45—80.)

Wolff, J., et Rouchelmann, N., Phénomènes d'oxydation et de réduction portant sur les chromogènes des végétaux. (Compt. rend. *1915.* **160,** 716—718.)

Zikes, H., Über den gestaltbildenden Einfluß der Temperatur auf Gärungsorganismen. (Allgem. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. *1915.* **43,** 15—16, 21—25.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Bateson, W., and Pellew, C., Note on an orderly dissimilarity in inheritance from different parts of a plant. (Proc. r. Soc. London. *1916.* **89,** 174—175.)

Bridges, C. B., Non-disjunction as proof of the chromosome theory of heredity. (Genetics. *1916.* **1,** 1—53.)

Correns, C., Untersuchungen über Geschlechtsbestimmung bei Distelarten. (Sitzgsber. Akad. d. Wiss. *1916.* 448—477.)

—, Individuen und Individualstoffe. (Naturw. *1916.* **4,** 183 ff.)

Heribert-Nilsson, N., Die Spaltungserscheinungen der Oenothera Lamarckiana. (Lunds univers. årsskrift. N. F. *1916.* Avd. 2. **12,** 132 S.)

Jennings, H. S., The numerical results of divers systems of breeding. (Genetics. *1916.* **1,** 53—90.)

Kraus, E. J., Somatic segregation. (Journ. of Heredity. *1916.* **7,** 3—8.)

—· The self-sterility problem. (Ebenda. *1915.* **6,** 549—557.)

Lehmann, E., Aus der Frühzeit der pflanzlichen Bastardierungskunde. (Arch. f. d. Geschichte d. Naturwiss. u. d. Technik. *1916.* **7,** 78—81.)

Reinke, J., Bemerkungen zur Vererbungs- und Abstammungslehre. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **3,** 37—66.)

Vries, H. de, Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierenden Oenotheren. (Biol. Centralbl. *1916.* **36,** 1—11.)

Ökologie.

Hastings, S., Some notes on the biology of the larger British fungi. (Knowledge. *1915.* **38,** 129—137.)

Heinricher, E., Über Bau und Biologie der Blüten von Arcenthobium Oxycedri (Dl.) M. B. (Sitzgber. Akad. Wien. M.-n. Kl., Abt. I. *1915.* **124,** 24 S.)

Hertel, A., s. unter Physiologie.

Heßmer, M., s. unter Gewebe.

Küster, E., s. unter Physiologie.

Lundegårdh, H., s. unter Physiologie.

Magnus, W., Durch Bakterien hervorgerufene Neubildungen an Pflanzen. (Sitzgsber. d. Ges. naturf. Freunde. *1915.* 263—277.)

Miehe, H., Allgemeine Biologie. Einführung in die Hauptprobleme der organischen Natur. »Aus Natur und Geisteswelt«, Teubner, Leipzig-Berlin. 144 S. 52 Abb. 2. Aufl.

Morton, F., Die Ameisen im Dienste der Pflanzenverbreitung. (Natur. *1916.* 44—48.)

Müller, K., Über Anpassungen der Lebermoose an extremen Lichtgenuß. (Ber. d. bot. Ges. *1916.* **3,** 142—152.)

Plümecke, O., Zur Biologie mecklenburgischer Gewässer. III. (Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkunde. *1916.* **11,** 103—112.)

Porsch, O., Die Nektartropfen von Ephedra campylopoda C. A. Mey. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 202—212.)

Price, S. R., Ecology of fresh water algae. (Journ. of Ecology. *1915.* **3,** 32—35.)

Rasch, W., s. unter Gewebe.

Rose, J. N., s. unter Pflanzengeographie.

Schwertschlager, J., Beobachtungen und Versuche zur Biologie der Rosenblüte und Rosenbefruchtung. (Ber. d. Bayr. bot Ges. *1915*. **15**, 1—17.)
Setchell, W. A., The law of temperature connected with the distribution of the marine algae. (Ann. Missouri. Bot. Gard. *1915*. **2**, 287—305.)

Algen.

Borovicov, G. A., La polarité renversée chez le Cladophora glomerata. (Bull. Jard. imp. bot. Pierre le Grand. *1914*. **14**, 475—481.)
Bouvier, W., Beiträge zur Diatomaceenforschung Steiermarks. I. Beitr. (Jahresber. k. k. Staatsgymn., Loeben i. Steiermark. *1915*. **17**, 3—16.)
Frye, T. C., and **Zeller, S. M.**, Hormiscia tetraciliata sp. nov. (Puget Sound Marine Stat. Publ. *1915*. **1**, 9—13.)
Kylin, H., Über den Bau der Spermatozoiden der Fucaceen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**, 194—202.)
Lieske, R., Serologische Studien mit einzelligen Grünalgen. (Sitzber. Heidelb. Akad. d. Wiss. M.-n.Kl. B. *1916*. 1—47.)
Plümecke, O., s. unter Ökologie.
Price, S. R., s. unter Ökologie.
Printz, H., Beiträge zur Biologie der Chlorophyceen und ihrer Verbreitung in Norwegen. (Schriften d. k. norske videnskabers selskab. *1915*. Nr. 2, 76 S.)
—, Contributiones ad floram asiae incerioris pertinentes. I. Die Chlorophyceen des südlichen Sibiriens und des Uriankailandes. (Ebenda. Nr. 4, 52 S.)
Schiffner, V., Über Algen des Adriatischen Meeres. (Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien. Sitzber. *1915*. **65**, 42—44.)
Setchell, W. A., s. unter Ökolgie.
Sheldon, J. M., Notes on the growth of the stipe of Nereocystis Luetheana. (Puget Sound Marine Stat. Publ. *1915*. **1**, 15—18.)
Skottsberg, C., Notes on Pacific coast algae. I. Pylaiella postelsiae n. sp., a new type in the genus Pylaiella. (Univ. Calif. Publ. Bot. *1915*. **4**, 153—164.)
Steinecke, F., Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht. (Schriften d. physik.-ökon. Ges., Königsberg. *1916*. **56**, 138 S.)
Voss, M., Beiträge zu einer Algenflora von Greifswald. Diss. Greifswald. *1915*.

Bakterien.

Bartram, H. S., s. unter Pilze.
Bonazzi, A., Cytological Studies of Azotobacter chroococcum. (Journ. Agric. Research. *1915*. **4**, 225—239.)
Brenner, W., Züchtungsversuche einiger in Schlamm lebender Bakterien auf selenhaltigen Nährböden. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1916*. **57**, 95—127.)
Bujwid, O., Differenzierung von Bakterien-Kulturen mit H_2O_2. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1916*. **77**, 440—442.)
Guth, F., Selennährböden für die elektive Züchtung von Typhusbacillen. (Ebenda. 487—496.)
Hövell, H. v., Über eine neue Gruppe typhusähnlicher, farbstoffbildender Bakterien. (Ebenda. 449—453.)
Janke, A., und **Bauer, E.**, Beiträge zur Ergründung des Säuerungsverlaufes in Schnellessigbildnern. I. (Ebenda. II. *1916*. **45**, 145—156.)
Magnus, W., s. unter Ökologie.
Molér, Th., Ein Beitrag zur Kenntnis der Entbindung des durch Azotobacter fixierten Stickstoffes. (Bot. Notiser. *1915*. 163—177.)
Pénau, H., Cytologie du Bacillus verdunensis Pénau nov. spec. (Compt. rend. *1915*. **51**, 7—10.)
Rullmann, W., Über den Bakterien- und Katalasegehalt von Hühnereiern. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916*. **45**, 219—230.)

Schmitz, K. E. F., Die Verwandlungsfähigkeit der Bakterien. Experimentelles und Kritisches mit besonderer Berücksichtigung der Diphtheriebacillengruppe. (Ebenda. I. O. *1916.* **77,** 369—418.)

Pilze.

Bartram, H. E., Effect of natural low temperature on certain fungi and bacteria. (Journ. agric. Res. *1916.* **5,** 651—655.)
Blakeslee, A. F., Sexual reactions between hermaphroditic and dioecious mucors. (Biol. Bull. *1915.* **29,** 87—102.)
Brown, W. H., The development of Pyronema confluens var. igneum. (Am. Journ. of. Bot. *1915.* **2,** 289—298.)
Atkinson, G. F., Phylogeny and relationship in the ascomycetes. (Ann. Missouri Bot. Gard. *1915.* **2,** 315—376.)
—, Origin and development of the lamellae in coprinus. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 89—131.)
Dietel, P., Über die systematische Stellung von Uredo alpestris. (Ann. mycol. *1916.* **14,** 98—99.)
Donath, E., Zur Frage der Entstehung von Hefeeiweiß aus anorganischen Stickstoffverbindungen. (Österr. Chem. Zeitg. *1915.* **18,** 74.)
Falck, R., Über die Sporenverbreitung bei Morcheln und verwandten Pilzen. (Zeitschr. f. Forst- und Jagdwes. *1915.* **47,** 407.)
Gates, F. C., Swamp vegetation in hot springs areas at Cos Baños Laguna, P. I. (Philipp. Journ. Sci. Bot. *1915.* **9,** 82—85.)
Gortner, R. A., and **Blakeslee, A. F.,** Observations on the toxin of Rhizopus nigricans. (Am. Journ. Physiology. *1914.* **34,** 353—367.)
Hagman, S., Beobachtungen über das Co-Enzym der Hefe. (Biochem. Zeitschr. *1915.* **69,** 403—415.)
Hastings, S., s. unter Ökologie.
Heald, F. D., and **Studhalter, R. A.,** The effect of continued disiccation on the expulsion of ascospores of Endothia parasitica. (Mycologia. *1915.* **7,** 126—130.)
—, Longevity of pycnospores and ascospores of Endothia parasitica under artificial conditions. (Phytopathology. *1915.* **5,** 35—44.)
Jaap, O., Beiträge zur Kenntnis der Pilze Dalmatiens. (Ann. mycol. *1916.* **14,** 1—44.)
Murrill, W. A., Luminescence in the fungi. (Mycologia. *1915.* **7,** 131—133.)
Rehm, H., Zur Kenntnis der Discomyceten Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. (Ber. d. bayr. bot. Ges. *1915.* **15,** 234—255.)
Ruess, J., Choiromyces maeandriformis Vittadini. (Kryptog. Forsch. Beil. Mitt. bayr. bot. Ges. *1916.* Nr. 1, 39—40.)
Sutherland, G. K., Additional notes on marine pyrenomycetes. (New Phytologist. *1915.* **14,** 183—193.)
Zikes, H., s. unter Physiologie.

Flechten.

Jacoby, C., s. unter Angewandte Botanik.
Tobler, F., s. unter Angewandte Botanik.
Zahlbruckner, A., Neue Flechten. VIII. (Ann. mycol. *1916.* **14,** 45—61.)

Moose.

Åkermann, A., s. unter Physiologie.
Andrews, A. L., Bryological Notes. I. Aschisma Kansanum n. sp. with remarks upon the genus. (Torreya. *1915.* **15,** 63—67.)
Camus, F., s. unter Palaeophytologie.

Györffi, J., und **Péterfi, M.**, Schedae et animadversiones diversae ad »Bryophyta regni Hung. exs. (Bot. Museumshefte. *1915*. **1**, 10—73.)

Herzog, Th., Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia. (Bibliotheca botanica. *1916*. Heft 87, 1 Lfg., 168 S. m. 81 Abb., 4 Taf., 1 farb. Karte u. 4 Bl. Erklärgn.)

Krieger, W., Über die Dauer der Sporogonentwicklung bei den Laubmoosen. Diss. Münster. *1915*.

Lesage, P., Balancement organique entre le pédicelle du chapeau femelle et du pédicelle du sporogone dans le Lunularia vulgaris. (Compt. rend. *1915*. **160**, 679—681.)

Ljubitzkaja, L., Recherches sur les formes du Leucobryum glaucum (L.) Schimp. (Bull. Jard. imp. bot. Pierre le Grand. *1915*. **14**, 351—419.)

Müller, K., s. unter Ökologie.

—, s. unter Pflanzengeographie.

Nagai, J., Über rote Pigmentbildung bei einigen Marchantia-Arten. (Bot. Mag, Tokyo. *1915*. **29**, 90—98.)

Rigg, G. B., Physical conditions in Sphagnum bogs. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 159—164,)

Farnpflanzen.

Browne, J. M. P., A second contribution to our knowledge of the anatomy of the cone and fertile stem of Equisetum. (Ann. of Bot. *1915*. **29**, 231—264.)

Holden, R., The anatomy of a hybrid Equisetum. (Am. Journ. of Bot. *1915*. **2**, 225—233.)

Knowlton, F. H., s. unter Palaeophytologie.

Schaede, R., Studie zur Stammesgeschichte der Gefäßpflanzeu auf Grund vergleichend-anatomischer und ökologischer Untersuchungen. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. *1916*. **13**, 97—133.)

Gymnospermen.

Schaede, R., s. unter Farnpflanzen.

Angiospermen.

Becker, W., Viola canina >< elatior Vollmann hybr. nov. (Mitt. bayer. bot. Ges. *1916*. **3**, 316—317.)

Reed, A. L., Drosera annua sp. nov. (Torreya. *1915*. **15**, 246—247.)

Häuser, R., Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen. (Beitr. z. allgem. Bot. *1916*. **1**, 115—148.)

Murbeck, S., Zur Morphologie und Systematik der Gattung Alchemilla. (Lunds univers. årsskrift. N. F. *1916*. Afd. 2. **11**, Nr. 8. 17 S.)

Schaede, R., s. unter Farnpflanzen.

Pflanzengeographie. Floristik.

Fuchs, A., Orchis purpureus var. moravicus >< Orchis tridentatus Rasse commutatus (= O. Fuchsii M. Schulze) und einige andere Orchis-Funde aus Istrien. (Mitt. bayr. bot. Ges. *1916*. **3**, 315—316.)

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mittel-Europa. 37. Lief. **4**, 145—192 mit Abb. u. 3 farb. Taf.

Magnus, K., Die Vegetationsverhältnisse des Pflanzenschonbezirkes bei Berchtesgaden. (Ber. d. bayr. bot. Ges. *1915*. **15**, 300—385.)

Müller, K., Die geographische Verbreitung der europäischen Lebermoose und ihre Verwertung für die allgemeine Pflanzengeographie. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**, 212—221.)

Poeverlein, H., Die Literatur über Bayerns floristische, pflanzengeographische und phänologische Verhältnisse. (Ber. d. bayer. bot. Ges. *1915*. **15**, 295—300.)

Rose, J. N., Recent explorations in the cactus deserts of South America. (Proc. Nat. Acad. of Sc. *1916.* **2,** 73—74.)

Süßenguth, A., Ideen zur Pflanzengeographie Unterfrankens. (Ber. d. bayr. bot. Ges. *1915.* **15,** 255—295.)

Toepffer, A., Salices Bavariae. Versuch einer Monographie der bayerischen Weiden unter Berücksichtigung der Arten der mitteleuropäischen Flora. (Ebenda. 17—234.)

Touton, K., und **Schlickum,** Ein Beitrag zur Oberstdorfer Hieracienflora. (Mitt. d. bayer. bot. Ges. *1916.* **3,** 295—314.)

Wiemeyer, B., Flora von Warstein. (Jahresber. d. westf. prov. Ver. f. Wiss. u. Kunst [Bot. Sekt.]. *1914.* **42.**)

Palaeophytologie.

Camus, F., Sur les mousses trouvées dans le contenu de l'estomac d'un mamouth. (Compt. rend. *1915.* **160,** 842—843.)

Knowlton, F. H., Description of a new fossil fern from the judith river formation of Montana. (Torreya. *1915.* **15,** 67—70.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Kirchner, O. v., Über die verschiedene Empfänglichkeit der Weizensorten für die Steinbrandkrankheit. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 17—26.)

—, Untersuchungen über die Empfänglichkeit unserer Getreide für Brand und Rostkrankheiten. (Fühlings Landw. Ztg. *1916.* **65,** Heft 1—4.)

Kyropoulos, P., Einige Untersuchungen über das Umfallen der Keimpflanzen, besonders der Kohlarten. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 244—258.)

Lakon, G., Kleinere teratologische Mitteilungen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 46—49.)

Lingelsheim, A., Interkostale Doppel-Spreitenanlage bei Aruncus silvester L. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 301 ff.)

Quanjer, H. M., und **Botjes, J. O.,** Übersicht der Versuche, die in den Niederlanden zur Bekämpfung des Getreide- und Grasbrandes und der Streifenkrankheit ausgeführt worden sind. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1915.* **25,** 450—460.)

Röhmann, F., s. unter Physiologie.

Sahli, G., Die Empfänglichkeit von Pomaceenbastarden, -Chimären und intermediären Formen für Gymnosporangien. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 264—301.)

Schander, Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. (Arb. d. Ges. z. Förderung d. Baues u. d. wirtschaftl. zweckmäßigen Verwendung d. Kartoffeln. Heft 4. 2. Bearb. *1916.*)

Sorauer, P., Nachträge IX. Mißerfolge bei der Treiberei der Blumenzwiebeln. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 26—37.)

Wolff, M., Ist Diestrammena marmorata de Haan ein Schädling? (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 258—262.)

Angewandte Botanik.

Arndt, Th., Über schädliche Stickstoffumsetzungen in Hochmoorböden als Folge der Wirkung starker Kalkgaben. 2. Teil. (Landw. Jahrb. *1916.* **49,** 191 bis 215.)

Bernatzky, J., Die Kriterien der reifen und unreifen Rebe. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 37—46.)

Cohen Stuart, C. P. Vorbereidende onderzoekingen ten dienste van de selektie der theeplant. J. H. de Bussy, Amsterdam. *1916.* 12 + 328 S.

Greisenegger, J. K., Bleinitrat als katalytischer Dünger für Zuckerrübe. (Österr.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. *1915.* **44,** 91—96.)

Jacoby, C., Die Flechten Deutschlands und Österreichs als Nähr- und Futtermaterial. Tübingen. *1915.* 13 S.

Jacoby, C., Die in Deutschland vorhandenen Lager von Renntierflechte (Cladonia rangerina) und ihre Verwertung als Futter. Tübingen. *1915.* 16 S.

Lemmermann, O., Die Nutzbarmachung des Luftstickstoffs für die Landwirtschaft. A. Parey, Berlin. *1916.* 23 S.

Magnus, W., Einige Bemerkungen über das Vorkommen und die Gewinnung von Ersatz-Faserstoffen in den deutschen Mooren. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. *1915.* **13,** 17—33.)

Remy, Th., Hunger und **Lange, R.**, Der neue Versuchsbetrieb für Gemüse- und Obstbau an der k. landw. Akademie in Bonn-Poppelsdorf. (Landw. Jahrb. *1916.* **49,** 161—191.)

Rosengren, L. Fr., und **Haglund, E.**, Untersuchungen über den schwedischen Emmentaler Käse und den großlöchrigen schwedischen Güterkäse. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 156—187.)

Tobler, F., Flechten als Nähr- und Futtermittel. (Naturw. *1915.* **3,** 305—307.)

Wagner, P., Die Wirkung von Stallmist und Handelsdüngern nach den Ergebnissen von 4—14jährigen Versuchen. (Landwirtschaftl. Versuchsstation Darmstadt. *1915.* 279. Heft. 544 S.)

Warnebold, H., Zur Kenntnis der Wirkung starker Düngesalzgaben auf die Entwicklung und den Bau der Pflanzen. (Landw. Jahrb. *1916.* **49,** 215—334.)

Technik.

Molisch, H., s. unter Physiologie.

Obmänner der Kryptogamenkommission, Das Sammeln und Präparieren von Kryptogamen. (Kryptog. Forsch. Beil. Mitt. bayr. bot. Ges. *1916.* Nr. 1, 5—39.)

Weber, F., s. unter Physiologie.

Verschiedenes.

Bericht über den botanischen Garten in Bern für das Jahr 1915. H. Stolz, Bern, *1916.*

Coehn, A., und **Sieper, G.**, Über Bildung und Zersetzung des Kohlendioxyds im ultravioletten Licht. (Zeitschr. f. physik. Chemie. *1916.* **91,** 347—381.)

Grünbaum, F., und **Lindt, R.**, Das physikal. Praktikum d. Nichtphysikers. Theorie u. Praxis d. vorkomm. Aufgaben f. alle, denen Physik Hilfswissenschaft ist. Zum Gebrauch in d. physikal. Übgn. u. in d. Praxis zsgest. 2., verb. u. erw. Aufl. Mit 131 Abb. 19 + 425 S. m. 1 Tab. 8⁰. Leipzig. *1916.* G. Thieme.

Györffi, J., Ludwig Walz. Nekrolog. (Bot. Museumshefte. *1915.* **1,** 5—9.)

Landsberg, weil. **B.**, Streifzüge durch Wald u. Flur. Eine Anleitg. z. Beobachtg. d. heim. Natur in Monatsbildern. 5. Aufl., vollst. neu bearb. v. A. Günthart u. W. B. Schmidt. Mit zahlr. Orig.-Zeichngn. u. Abb. 10 + 251 S. gr. 8⁰. Leipzig. *1916.* B. G. Teubner.

Scott, D. H., Count Solms Laubach, For. Mem. R. S. (Nature. *1916.* 3 S.)

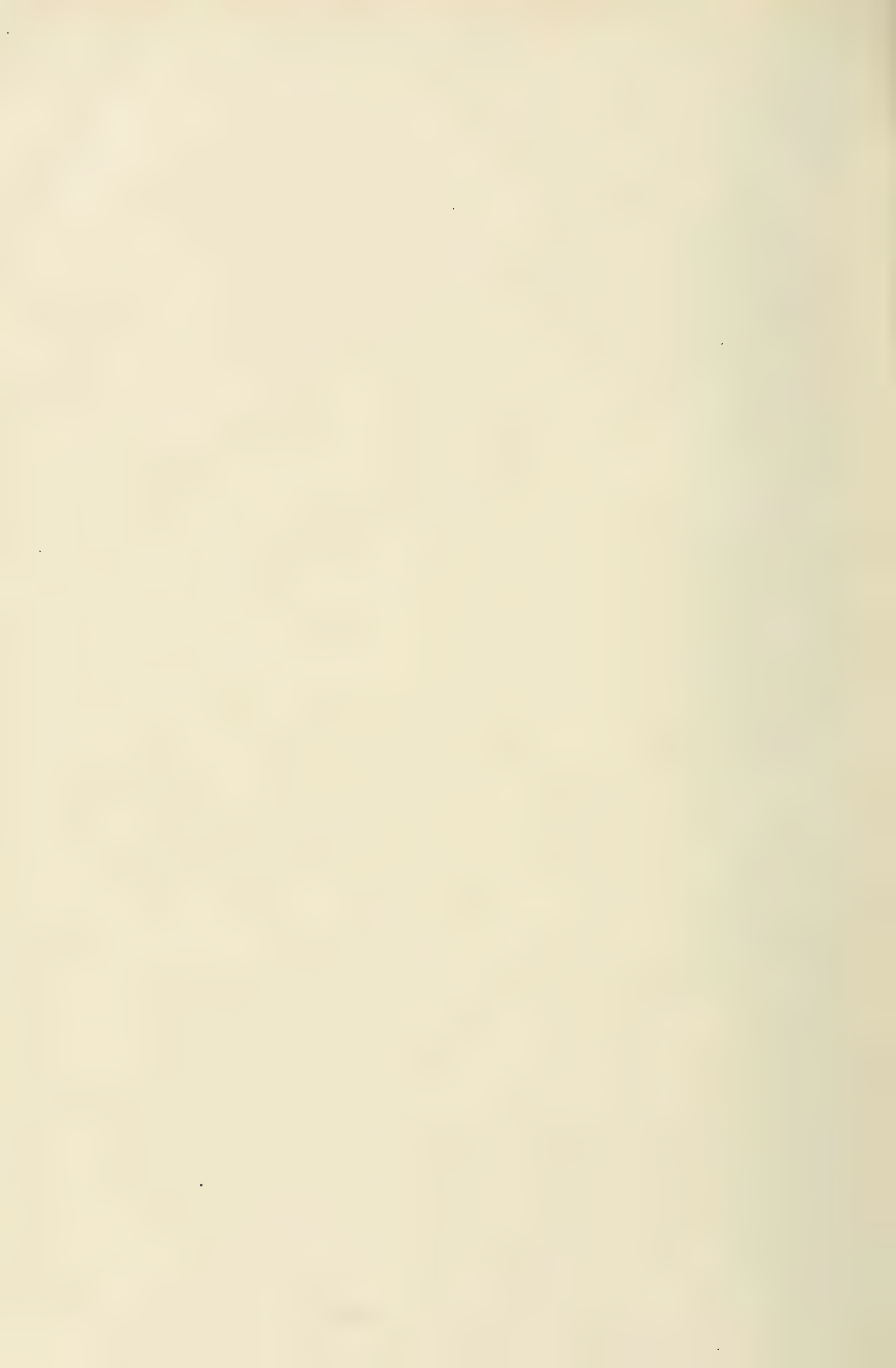
Voss, A., Taschenwörterbuch d. botan. Kunstausdrücke f. Gärtner. 4., völlig umgearb. Aufl. d. Kohlschen Taschenwörterbuches. 4 + 188 S. m. Abb. 8⁰. Berlin. *1916.* P. Parey.

Wittmack, L., Paul Sorauer. Nekrolog. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 1—17.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen.

Von

Hans Winkler.

Mit Tafel IV—VI und 17 Abbildungen im Text.

I. Einleitung.

Die Mutation der Oenothera-Arten ist seit den grundlegenden Arbeiten von de Vries so eingehend und nach so verschiedenen Gesichtspunkten untersucht worden, daß eine gewisse, wenn auch noch nicht eine endgültige Klärung der Ansichten darüber eingetreten ist. Sie besteht im wesentlichen in der Erkenntnis, daß es sich dabei nicht, wie de Vries ursprünglich wollte, einheitlich um das sprunghafte Auftreten neuer Typen handelt, sondern daß verschiedene Kategorien von Mutationen zu unterscheiden sind, die verschieden aufzufassen und zu erklären sind.

Von diesen verschiedenen Mutationsformen interessiert uns in der vorliegenden Arbeit einzig und allein diejenige, bei der die Änderung in den morphologischen Merkmalen verknüpft ist mit einer Änderung der Chromosomenzahl. Das ist, soweit wir bis jetzt wissen, der Fall bei Oenothera gigas und semigigas, sowie bei Oenothera lata, semilata und incurvata. In einem soeben erschienenen Buche hat Gates (1915a) das darüber Bekannte übersichtlich zusammengestellt. Unter Hinweis darauf sei hier nur dasjenige kurz erwähnt, was zum Verständnis unserer Versuche und Erörterungen zu wissen nötig ist.

Eine mut. gigas ist innerhalb der Gattung Oenothera bis jetzt bei Oenothera Lamarckiana (de Vries 1913, S. 175 ff., woselbst weitere Angaben) und bei Oenothera pratincola und stenomeres (Bartlett 1915a, p. 104; 1915b, p. 143) aufgetreten. Sie ist in allen

Teilen kräftiger entwickelt als die jeweilige Mutterart, hat z. B. breitere Blätter, dickere Stengel usw. und behält ihre Eigenschaften bei Selbstbestäubung in den Tochtergenerationen konstant bei. De Vries hält sie für eine »gute, von ihrer Mutterart durchaus verschiedene Spezies« (1913, S. 177). Mit diesen Abänderungen der äußeren Merkmale geht Hand in Hand eine Verdoppelung der Chromosomenzahl. Bei allen drei Mutterarten beträgt die haploide Chromosomenzahl 7, die diploide 14; bei den drei gigas-Mutanten sind die entsprechenden Zahlen 14 und 28. Sie führen also in den Kernen ihrer somatischen Zellen die tetraploide Chromosomenzahl.

Die mut. semi-gigas ist bis jetzt bei Oenothera Lamarckiana und biennis entstanden (Stomps 1912 und 1914). Sie ist habituell der gigas-Form sehr ähnlich, hat aber in den somatischen Zellen Kerne mit 21 Chromosomen, also mit der triploiden Chromosomenzahl (vgl. auch Lutz 1912).

Die mut. lata ist bisher von Oenothera Lamarckiana und biennis bekannt; aus ersterer ist sie öfters, aus letzterer nur einmal entstanden (Lutz 1912, Gates und Thomas 1914). Sie ist besonders gekennzeichnet durch die an der Spitze breiten und abgerundeten Blattspreiten. Ihre diploide Chromosomenzahl beträgt 15, sie ist also um eine Einheit gegenüber der entsprechenden Zahl der Mutterart erhöht.

Das gleiche gilt für die aus Oenothera Lamarckiana entstandene mut. semilata, die der mut. lata sehr ähnlich ist, aber die lata-Merkmale in weniger stark ausgeprägter Form besitzt. Auch sie hat die diploide Chromosomenzahl 15 (Gates und Thomas 1914).

Die mut. incurvata endlich wurde von Gates (1915a, p. 146f.) aus Oenothera Lamarckiana erhalten; sie hat abgerundete Blattspitzen wie mut. lata, aber nicht so breite Blätter wie diese. Ihre diploide Chromosomenzahl beträgt 15.

Andere Oenothera-Mutationen, wie z. B. Oenothera rubrinervis de Vries, Oenothera rubricalyx Gates, Oenothera nanella de Vries und andere, unterscheiden sich in ihren Chromosomenzahlen nicht von den Mutterarten. Wieder andere sind daraufhin noch nicht untersucht worden.

Eine eingehendere Darlegung der morphologischen Unterschiede der erwähnten Mutanten unter sich und mit ihren Mutter-

arten ist an dieser Stelle nicht nötig, ebensowenig eine Erörterung über ihre mutmaßliche Entstehung und das Zustandekommen der abgeänderten Chromosomenzahlen. Es genügt die Feststellung, daß bei einer ganzen Anzahl der Oenothera-Mutanten sich neben Veränderungen der morphologischen Eigenschaften konstante Änderungen in den Chromosomenzahlen nachweisen lassen. Unter diesen Mutanten befindet sich eine der wichtigsten von allen, die Oenothera gigas, der de Vries mit großer Sicherheit den Charakter einer neuen elementaren Art glaubt zuschreiben zu können.

Wie aber ist nun dieser Parallelismus zwischen den Änderungen der äußeren Merkmale und der Chromosomenzahlen aufzufassen? Zwei Deutungen sind möglich, und beide haben ihre Vertreter gefunden.

Erstens ist denkbar, daß zuerst die Veränderung der Chromosomenzahl vor sich ging, wobei zunächst dahingestellt bleiben kann, wie und wodurch sie erfolgte, und daß die geänderte Chromosomenzahl Ursache für die Änderung der morphologischen Eigenschaften wurde. Die Mutation beruht also nach dieser Auffassung auf der Änderung der Chromosomenzahl. Sie wird vor allem von Gates (z. B. 1915a, p. 297) vertreten. »The various correlated changes exhibited by the mutations are merely external expressions of an alteration in cellular structure of the fertilised egg, which was propagated by mitosis to all the cells of the organism. The difference between lata and Lamarckiana, for example, appears to result from the duplication of one chromosome, or in other words, from an original nuclear complex of 15 instead of 14 chromosomes, the fact that parallel effects are produced when the extra chromosome occurs in Lamarckiana, biennis, or in grandiflora hybrids, seems to justify this point of view.«

Zweitens ist aber die Auffassung möglich, daß die geänderte Chromosomenzahl nur eine Eigenschaftsänderung ist, die gleichwertig den anderen bei der Mutation zu beobachtenden Eigenschaftsänderungen ist. Darnach wäre nicht die Veränderung der Chromosomenzahl Ursache der Mutation, sondern die Mutation Ursache für die Änderung der Chromosomenzahl.

Diese zweite Auffassung hat zunächst de Vries selber (z. B. 1913, S. 177). Auch Goldschmidt (1913, S. 426) erörtert die Möglichkeit, »daß das zufällige Zusammentreffen all der quantitativen Faktoren, die zusammen den Charakter der Mutante gigas hervorrufen sollen, eine physiologische Konstellation schafft, die die Chromosomenverdoppelung als Folgeerscheinung zeitigt.« Ferner teilen Johannsen (1913, S. 648) und Lotsy (1915, S. 223) diese Anschauung. Besonders scharf spricht sie Lotsy aus: »Auch die Tatsache, daß verschiedene abnormale Chromosomenzahlen bei den sogenannten Mutanten von Oenothera Lamarckiana vorkommen, gibt nicht den geringsten Grund für die Annahme, diese seien durch Mutation entstanden. Zunächst ist es gar nicht sicher, daß die Zahl der Chromosomen etwas mit der Form eines Organismus auszustehen hat[1]. Direkt dagegen spricht sogar beim Lamarckiana-Falle die Tatsache, daß die gigas-Typen, welche meistens 28 Chromosomen besitzen, wie Geerts nachwies, auch mit 14 Chromosomen bekannt sind«. Die von Lotsy hier erwähnte Geertssche Feststellung ist die Tatsache, auf die sich auch die anderen Gegner der Gatesschen Auffassung berufen.

Wiederholt hat sich ferner Heribert-Nilson (1912, S. 211; 1914, S. 62) in demselben Sinne ausgesprochen. Noch ganz neuerdings in einer Besprechung der Arbeit von Gates und Thomas erklärt er (Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre 1916, Bd. 15, S. 304) es für »wahrscheinlicher, daß der Genotypus die Chromosomenzahl bedingt, als daß die Chromosomenzahl den Typus bestimmt. Die Chromosomenzahl 15« — bei den Formen der lata-Gruppe von Oenothera — »ist wahrscheinlich ein innerer morphologischer Ausdruck eines bestimmten Genotypus, ebenso wie die dicken, blassen Knospen, die breiten, buckeligen Blätter, und der schmale, niedrige Stengel die äußere Manifestation desselben Genotypus sind«.

Und endlich versucht Stomps (1916) in einer soeben erschienenen Arbeit[2] ausführlich nachzuweisen, daß ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl

[1]) Von mir gesperrt. W.

[2]) Die Abhandlung erschien erst, nachdem das Manuskript der vorliegenden Arbeit im wesentlichen abgeschlossen war. Wo es möglich und erforderlich war, habe ich sie noch berücksichtigt.

nicht bestehe, daß vielmehr »eine veränderte Chromosomenzahl angesehen werden muß als Folge der nämlichen Mutationserscheinung, die zu gleicher Zeit die anderen Merkmale des neu aufgetretenen Individuums hervorrief« (S. 132).

Um zu entscheiden, welche von diesen beiden Auffassungen richtig ist, erscheinen verschiedene Wege gangbar. Gates (1915a p. 238) versucht, durch das Verhalten der Kreuzungsprodukte von Oenothera gigas mit anderen Arten und durch ihre zytologische Untersuchung zur Entscheidung zu kommen und meint: »It is to such series of secundary crosses, that we may look for an ultimate solution of the question as to the precise relation between chromosome-number and the external features in Oenothera«.

Sicherer ließe sich die Frage aber auf einem anderen Wege beantworten. Man müßte versuchen, experimentell eine Änderung der Chromosomenzahl herbeizuführen und die Zellen, in denen das gelingt, zum Ausgangspunkt für die Entstehung eines neuen Individuums zu machen. Nun sagt allerdings Bartlett (1915b, p. 142), der diese Möglichkeit kürzlich erörterte: »among the flowering plants we do not know of any way in which the number of chromosomes may be experimentally modified«, und auch Gates (1915a, p. VI) meint im Vorwort zu seinem Buche: »With greater understanding of mutations and the processes and agencies by means of which these changes take place, it is by no means chimerical to anticipate that they will ultimately be brought under control, so that they may be experimentally produced«.

In der vorliegenden Abhandlung soll eine Methode aufgezeigt werden, durch die es gelingt, experimentell bei höheren Pflanzen Individuen mit abweichenden Chromosomenzahlen zu erzeugen, und es sollen zwei solche aus Solanum nigrum und Solanum lycopersicum hergestestellte tetraploide »gigas-Mutanten« beschrieben werden.

II. Nomenklatorische Vorbemerkungen.

Bei der Abfassung dieser Arbeit stellte es sich als notwendig heraus, für gewisse Abweichungen von den typischen Chromosomenzahlen, von denen immer wieder die Rede sein

muß, kurze Bezeichnungen zu haben, denen entsprechend, wie sie für die Chromosomenzahlen der Gametophyten und der Sporophyten geschaffen wurden. Erstere nennt man bekanntlich die haploide, letztere die diploide Chromosomenzahl, und man spricht dann kurzweg von haploiden und diploiden Kernen, Zellen, Arten, Pflanzen usw.

Im Anschluß an diese Ausdrucksweise sollen hier die folgenden Bezeichnungen gebraucht werden:

Chromosomenzahlen, die von der diploiden abweichen, sind heteroploid. Betragen sie genau ein Drei- bis Vielfaches der haploiden Zahl, so heißen sie allgemein polyploid, im einzelnen triploid, tetraploid, dekaploid usw. Weicht die Chromosomenzahl von einer haploiden, diploiden oder polyploiden um eine oder einige Einheiten ab, so wird das durch Zusatz der Vorsilben hyper- oder hypo- an die haploide, diploide, oder die nächststehende polyploide Chromosomenzahl gekennzeichnet, je nachdem eine Abweichung nach oben oder nach unten, also eine Vermehrung oder eine Verminderung der Zahl vorliegt. Hypodiploid sind also Chromosomenzahlen, die eine oder einige Einheiten weniger als die diploide Chromosomenzahl führen, hypertriploid solche, bei denen die triploide Chromosomenzahl um eine oder einige Einheiten vermehrt ist, ohne natürlich die Mitte zwischen der triploiden und der tetraploiden zu erreichen. Gerade Chromosomenzahlen sollen orthoploide, ungerade anorthoploide genannt werden.

In demselben Sinne wird von orthoploiden, polyploiden, heteroploiden Kernen, Zellen, Formen, Pflanzen usw. gesprochen. Pflanzen z. B., die eine gerade Chromosomenzahl besitzen, heißen allgemein orthoploide Pflanzen, im einzelnen orthohaploid, orthodiploid usw. Pflanzen, die, wie z. B. Oenothera lata, eine um eine Einheit erhöhte diploide Chromosomenzahl besitzen, sind anorthodiploid und zugleich hyperdiploid.

III. Methode.

Versuche, bei höheren Pflanzen experimentell Mutationen zu erzeugen, sind in größerem Umfange vor allem von Mac Dougal (1911) und seinen Schülern angestellt worden. Seine Methode

besteht darin, daß er durch Einspritzung gewisser chemischer Stoffe in den Fruchtknoten die Eizelle oder den zur Eizelle hinwachsenden Pollenschlauch zu beeinflussen sucht. Wie ich früher (Winkler 1912, S. 154ff.) gezeigt habe, sind die Versuche bis jetzt indessen noch nicht beweisend dafür, daß die von Mac Dougal tatsächlich unter den Nachkommen der in der angegebenen Weise vorbehandelten Pflanzen beobachteten Mutationen in ursächlichem Zusammenhange mit der Chemikalien-Injektion in den Fruchtknoten stehen.

Eine andere Möglichkeit, die Chromosomenzahl in der befruchteten Eizelle zu erhöhen, hat Němec (1912) angedeutet und ihre experimentelle Behandlung in Angriff genommen. Es handelt sich um dispermatische Befruchtung des Eies, wodurch in diesem statt der diploiden die triploide Chromosomenzahl sich ergeben müßte. Über den Erfolg seiner Versuche hat Němec bisher noch nichts berichtet.

Die von mir angewendete Methode unterscheidet sich von der Mac Dougalschen und der Němecschen grundsätzlich dadurch, daß ich es mir zum Ziele setzte, die Veränderung der Chromosomenzahl nicht in Keimzellen, sondern in somatischen Zellen zu bewirken und diese dann zur Erzeugung eines neuen Individuums auf dem Wege der Adventivsproßbildung zu veranlassen.

In der normalen Pflanze kommt die haploide Chromosomenzahl in dem Eiapparat und den Antipoden, die diploide in den somatischen Zellen, die triploide in den Endospermzellen vor. Ein Weg, triploide Individuen zu erzielen, wäre daher zunächst dann gegeben, wenn es gelänge, Endospermzellen zur Sproßbildung zu bringen. Alle meine Versuche, das zu veranlassen, sind aber bisher ohne Erfolg geblieben. Immerhin verdient die Möglichkeit im Auge behalten zu werden, daß eine spontan auftretende triploide Mutante auf der Embryobildung aus einer Endospermzelle beruht.

Wenn es also auch offenbar sehr schwer möglich ist, Endospermgewebe zur Erzeugung von Adventivsprossen zu veranlassen, so gelingt das bekanntlich um so leichter bei sehr vielen Pflanzen mit den somatischen Geweben. Sie stellen daher das gegebene Versuchsmaterial dar, und es gilt zunächst, die Chromosomen-

zahlen in ihren Kernen zu verändern, ohne daß dadurch die Regenerationsfähigkeit der Zellen leidet.

Nun sind ja geringe Schwankungen der Chromosomenzahl in den Kernen somatischer Gewebe bei vielen Pflanzen festgestellt worden. Man hat sie im allgemeinen wenig beachtet, und daher sind die Angaben darüber nur verstreut und erlauben es noch nicht, die Erscheinung in ihrer ganzen Tragweite zu würdigen. Ich werde in einem späteren Kapitel auf sie zurückkommen. Hier genüge zunächst die Feststellung, daß nach der allgemeinen Annahme in den somatischen Zellen der Pflanzen, von geringfügigen Schwankungen abgesehen, genau die diploide Chromosomenzahl vorkommt.

So formuliert noch O. Hertwig in seinem soeben erschienenen Buche (1916, S. 119) das »Zahlengesetz der Chromosomen« dahin, »daß die Zahl der Chromosomen in allen Zellen einer Pflanzen- oder Tierart beim Auftreten einer Kernteilung immer genau die gleiche ist, mag es sich nun um eine Epidermis-, eine Knorpel-, eine Muskel-, Drüsenzelle usw. handeln.«

Um Zellen mit heteroploiden Chromosomenzahlen zu erhalten, gibt es zwei Möglichkeiten: einmal die Anwendung gewisser äußerer Faktoren, zweitens die Herbeiführung einer Zellverschmelzung oder wenigstens einer Kernverschmelzung. Beide Wege erscheinen gangbar, beide habe ich beschritten, mit Erfolg allerdings bisher nur den zweiten. Daher sei auf die erste Methode nur kurz eingegangen.

1. Die Beeinflussung der Chromosomenzahl durch äußere Faktoren.

Daß unter dem Einfluß gewisser äußerer Faktoren hyperchromatische Kerne entstehen können, ist für eine ganze Reihe von Fällen sichergestellt. Dagegen fehlt in den meisten Fällen noch der genaue zytologische Nachweis dafür, wie die Chromatinvermehrung zustande kommt. Doch ist sicher, daß sie auf zweierlei Weise erreicht werden kann. Einmal durch unmittelbare Hypertrophie des Kernes, und zweitens dadurch, daß sich an die Kernteilung keine Zellteilung anschließt, so daß zunächst zweikernige Zellen entstehen, in denen dann die beiden Kerne zu einem Riesenkern verschmelzen.

So finden sich nach Prillieux (1880) im Stengelparenchym von Bohnen- und Gurkenkeimlingen, die in heißem Boden erzogen werden, mehrkernige Zellen und solche mit Riesenkernen. Schrammen (1902, S. 17) erzielte durch Temperatureinwirkung zweikernige Zellen namentlich im Periblem und Plerom der Vegetationspunkte von Vicia faba; auch entstehen Schwesterzellen mit verschieden großen Kernen, was »darauf beruht, daß zu einem Pole mehr Chromosomen als zum andern befördert worden sind« (S. 24). Dasselbe fand für das gleiche Objekt Sabline (1903) nach Behandlung wachsender Wurzeln mit Chininsulfat, oder durch Erhitzung auf 40° C oder vorübergehende Abkühlung auf 0 Grad. Vor allem aber sind hier die wichtigen Untersuchungen von Němec (1903; 1904a und b; 1910, S. 11 ff.) über das Verhalten der Kerne in chloralisirten Wurzelspitzen zu nennen. Němec studirte das Verhalten der Verschmelzungskerne bei ihren weiteren Teilungen und stellt fest, daß die hyperchromatischen Kerne normalen Kernen gegenüber eine erhöhte Chromosomenzahl aufweisen, die in vielen Fällen nachweisbar das Doppelte beträgt, so daß die Kerne tetraploid sind. Das wurde dann im wesentlichen von Strasburger (1907), Kemp (1910) und Lundegårdh (1914) bestätigt. Nehmen wir ferner dazu, daß auch in hyperhydrischen Gewebezellen, in Verwundungskallus und in Mykorrhiza- und Gallenzellen vergrößerte und hyperchromatische Kerne vorkommen können, so ergibt es sich, daß Einflüsse sehr verschiedener Art unter Umständen Änderungen im Chromatinbestand somatischer Zellen bewirken können.

Damit aber eröffnet sich eine Möglichkeit, denjenigen Zellen, die man zum Ausgangspunkt der Adventivsproßbildung machen will, eine veränderte Chromosomenzahl zu geben. Es ist dazu nur erforderlich, daß man die regenerierenden Gewebe im Stadium der beginnenden Regeneration dem äußeren Faktor, also etwa einer geeigneten Chloralhydratlösung, genügend lange Zeit hindurch aussetzt. Wenn Intensität und Einwirkungsdauer des Außenfaktors richtig bemessen sind, werden sich in dem Kallus, aus dem dann die Adventivsprosse sich bilden, neben normalen Zellen solche mit geändertem Chromatinbestand befinden, und es muß bei genügend großem Umfang der Versuche gelingen,

solche Zellen zu veranlassen, sich am Aufbau eines Vegetationspunktes von Adventivsprossen mit zu beteiligen. Ist aber erst einmal ein Sproß vorhanden, in dem, sei es als sektorialer Streifen, sei es als periklinale Schicht, das gewünschte Gewebe vorhanden ist, so gelingt es unschwer, aus ihm einen Trieb herauszulocken, der ausschließlich aus dem gewünschten Gewebe besteht.

Man könnte hier vielleicht annehmen, daß es einfacher sei, wachsende Sproßvegetationspunkte selber unmittelbar der Wirkung des betreffenden Faktors auszusetzen. Doch würde dieses Verfahren vermutlich nicht so leicht zum gewünschten Ziele führen, da aus den Angaben von Schrammen, Němec u. a. sich ergibt, daß immer nur vereinzelte Kerne hyperchromatisch werden, nicht aber die Kerne sämtlicher Zellen des Vegetationspunktes. Raschen Erfolg würde diese Methode allerdings dann ergeben, wenn es gelänge, die Initialzellen hyperchromatisch zu machen; doch scheint das mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden zu sein. Und so könnte dieser Weg wohl nur indirekt zum Ziele führen: man müßte das Mittel auf den Vegetationspunkt einwirken und dann den Sproß unter normalen Bedingungen weiter wachsen lassen. Wenn einige embryonale Zellen hyperchromatische Kerne bekommen hätten, so müßte aus ihnen ein Gewebe von Riesenzellen hervorgehen, das dann nach Entgipfelung des Sprosses zur Regeneration zu veranlassen wäre.

Meine mit Solanum nigrum und Solanum lycopersicum nach den eben angedeuteten Gesichtspunkten angestellten Versuche haben bisher noch keine eindeutigen Ergebnisse gezeitigt. Sie wurden allerdings noch nicht in großem Umfange angestellt, werden aber fortgesetzt werden. Die Tomate ist jedenfalls gegenüber Chloralhydrat äußerst empfindlich.

2. Die Verdoppelung der Chromosomenzahl durch Zellverschmelzung.

Die zweite Möglichkeit, Zellen mit erhöhter Kernmasse zu erhalten, besteht darin, daß man zwei normale somatische Zellen oder ihre Kerne miteinander zur Verschmelzung bringt. Um zwei diploide Zellen miteinander verschmelzen zu lassen, bediente ich mich der Methode, die ich benutzt habe, um experimentell Pfropfbastarde zu erzeugen (Winkler 1907; 1908b). Sie besteht darin, zwei

Sprosse verschiedener Arten aufeinanderzupfropfen und nach geschehener Verwachsung eine apikale Schnittfläche durch die Verwachsungsstelle zu legen. Es bildet sich dann ein regenerierendes Gewebe, das aus Zellen der beiden verschiedenen aufeinandergepfropften Arten besteht, und aus dem als Adventivsprosse Pfropfbastarde in den beiden möglichen Formen, d. h. als Chimären oder Burdonen entstehen können (Winkler 1912, S. 10).

Die Burdonenbildung, d. h. der Umstand, daß in den Aufbau des Adventivsproß-Vegetationspunktes eine Zelle mit einbezogen wird, die ein Verschmelzungsprodukt von zwei Körperzellen der beiden verschiedenen Arten darstellt, tritt offenbar sehr selten ein, ist aber nicht unmöglich. Ich überlegte mir nun, daß leichter als die Verschmelzung zweier artverschiedener Zellen die Verschmelzung von zwei Zellen derselben Art zu erreichen sein müßte. Das Verschmelzungsprodukt wäre aber dann eine tetraploide Zelle, und wenn es gelänge, sie mit zur Regeneration heranzuziehen, so mußte es auf diesem Wege möglich sein, aus der diploiden Form eine tetraploide zu erzeugen.

Ich habe nun, von dieser Überlegung ausgehend, in den letzten Jahren systematisch Versuche zur Herstellung einer solchen tetraploiden Form angestellt. Als Versuchsobjekte wählte ich Solanum nigrum, den Nachtschatten, und Solanum lycopersicum, die Tomate, in der Rasse »König Humbert gelbfrüchtig«, da mir diese beiden Pflanzen in ihrem ganzen Verhalten und nach ihrer außerordentlich großen Regenerationskraft genau bekannt waren, und ich sehr konstante reine Linien davon seit 10 Jahren in Kultur und Beobachtung habe.

Die Versuchsanstellung war sehr einfach: es wurden Keimlinge der beiden Arten, wenn sie etwa 6 bis 7 Blätter ausgebildet hatten und genügend kräftig entwickelt waren, entgipfelt und der abgeschnittene Gipfelteil unmittelbar darauf durch Keilpfropfung an seine ursprüngliche Stelle wieder eingesetzt. Die Verwachsung ist schon nach wenigen Tagen vollendet, und etwa 10 bis 14 Tage nach der Operation wird die Versuchspflanze wieder dekapitiert, und zwar natürlich an der Verwachsungsstelle. Wenige Tage später setzt die Bildung von Adventivsprossen ein, und es gilt nun nur noch, etwa ent-

stehende abweichende Formen herauszufinden, abzuschneiden und sich bewurzeln zu lassen.

Außerdem aber benutzte ich zu den Versuchen auch die zahlreichen Pfropfungen von Solanum lycopersicum auf Solanum nigrum, die ich alljährlich in Fortsetzung meiner Pfropfbastardversuche zu machen hatte. Bei ihnen ist die Kallus- und Wundgewebebildung stärker als bei den artreinen Pfropfungen, und es war wohl möglich, daß damit bessere Bedingungen für das Stattfinden der erhofften Zellverschmelzung gegeben sein konnten.

In der Tat sind die drei bisher erhaltenen sicher tetraploiden Individuen und die Mehrzahl der vielleicht tetraploiden an solchen regenerierenden Pfropfungen von Tomate auf Nachtschatten entstanden.

IV. Die Entstehung der tetraploiden Formen als Adventivsprosse.

Zwei von den tetraploiden Formen sind als Bestandteile von Periklinalchimären entstanden, die eine als tetraploide Form von Solanum lycopersicum, die andere als tetraploide Form von Solanum nigrum.

1. Solanum lycopersicum gigas.

Die erste Form erhielt ich von der Pfropfung 15126 im Juli 1915. Es war das Solanum nigrum als Unterlage, auf das am 15. Mai 1915 Solanum lycopersicum, Sorte »König Humbert gelbfrüchtig« durch Keilpfropfung aufgesetzt worden war. Am 27. Mai war die Entgipfelung vorgenommen worden, und es begann am Anfang Juni die Bildung der Regenerationssprosse. Von diesen interessiert uns hier nur einer, der am 2. Juli abgenommen und zur Bewurzelung gebracht wurde.

Er stellte ein Solanum Koelreuterianum dar, d. h. war eine Periklinalchimäre, die unter einer Epidermis von Solanum nigrum einen Gewebekern von Solanum lycopersicum besitzt. Dieses Solanum Koelreuterianum ist in meinen Pfropfbastardversuchen sehr häufig entstanden. Alle Individuen glichen einander in allen wesentlichen Eigenschaften vollständig. Das am 2. Juli von der Pfropfung 15126 abgenommene Solanum Koelreuterianum aber unterschied sich von Anfang an von den

anderen bisher beobachteten Individuen von Solanum Koelreuterianum auffällig dadurch, daß die Blätter dunkler grüngefärbt und auch anders geformt waren als bei dem normalen Solanum Koelreuterianum. Sie waren nämlich größer, kräftiger und länger, und vor allem waren die einzelnen Blattfiedern im Verhältnis zu ihrer Länge erheblich breiter. Dazu kam, daß auch die Stengel an entsprechenden Stellen stärker waren, und daß der ganze Sproß, nachdem er gut bewurzelt war und ordentlich ins Wachsen kam, sich unter sonst gleichen Bedingungen noch üppiger und kräftiger entwickelte als das normale Solanum Koelreuterianum. All das ließ die Vermutung als berechtigt erscheinen, daß die unter der Nachtschatten-Epidermis liegende Tomaten-Komponente dieser Periklinalchimäre nicht normale diploide Tomate, sondern daß es die gesuchte tetraploide Form sei, deren Einfluß der Riesenwuchs des Pfropfbastardes zuzuschreiben wäre. Die anatomische und zytologische Untersuchung ergab die volle Bestätigung dieser Vermutung.

Um die tetraploide Form rein zu erhalten, war es nun nur noch nötig, sie aus der Nachtschattenhaut herauszuholen. Das bietet an sich gar keine Schwierigkeiten. Es ist dazu nur ein gut bewurzelter Steckling von Solanum Koelreuterianum erforderlich, den man entgipfelt und vollständig entknospt. Er fängt dann, unter günstige Regenerationsbedingungen gebracht, sehr bald an, Ersatzsprosse zu bilden, die sich zum größten Teile ohne Mitbeteiligung der Epidermis des Muttersprosses aufbauen, d. h. ausschließlich aus dem Gewebeinneren entstehen. Da dieses bei Solanum Koelreuterianum Tomate ist, so sind die Regenerationstriebe des normalen Solanum Koelreuterianum in der großen Mehrzahl Rückschläge zu dem lycopersicum-Elter. Nach demselben Verfahren mußte es natürlich auch möglich sein, die tetraploide Tomate aus dem Solanum Koelreuterianum von 15126 herauszuholen.

Das war indessen im vorliegenden Falle nicht so rasch zu erreichen, und zwar deswegen nicht, weil weder die reine Tomate, noch der reine Nachtschatten, noch auch die zwischen beiden Arten vorhandenen Chimären in dem lichtarmen Hamburger Winter zum Regenerieren zu bringen sind. Es gelingt

im allgemeinen gerade, sie während des Winters am Leben und in spärlichem Wachstum zu erhalten, und auch das ist nur bei sehr sorgfältiger Behandlung möglich.

So mußte die Zeit abgewartet werden, wo mit dem Wiedereintritt besserer Lichtverhältnisse auch die Wachstums- und Regenerationswilligkeit der Solanum-Arten wiederkehrt. Das war in diesem ganz besonders ungünstigen Winter 1915/1916 erst Anfang April der Fall. Dann gelang es ohne Schwierigkeiten, die tetraploide Form von Solanum lycopersicum, die als Innenkomponente in dem Solanum Koelreuterianum darinsteckte, von der Nachtschatten-Epidermis zu befreien. Jetzt, Mitte Mai, ist die tetraploide Tomate in bestem Gedeihen, blüht und beginnt, Früchte anzusetzen.

2. Solanum nigrum gigas Nr. 1.

Die Entstehungsgeschichte der ersten tetraploiden Form von Solanum nigrum ist noch etwas komplizierter. Ich erhielt sie von der Pfropfung 15170; auch hier war, am 4. Juni 1915, ein Keimling der Tomatensorte »König Humbert gelbfrüchtig« auf Solanum nigrum durch Keilpfropfung zum Anwachsen gebracht worden. Am 14. Juni wurde entgipfelt, und am 8. Juli ein Adventivsproß abgenommen, der eine aus zwei Komponenten bestehende Sektorialchimäre darstellte. Beide Komponenten waren etwa zur Hälfte am Aufbau der Chimäre beteiligt, die eine war reines Solanum lycopersicum, die andere war Solanum tübingense, d. h. eine Periklinalchimäre, bei der das Nachtschatteninnere von einer Tomaten-Epidermis überzogen ist.

Die beiden Bestandteile einer Sektorialchimäre voneinander zu trennen, bietet bei den beiden Solanumarten, mit denen die Versuche angestellt wurden, gar keine Schwierigkeiten; man erhält sie einfach durch Isolierung der beiderseitigen Achselsprosse. So wurde auch das am Aufbau der Sektorialchimäre von 15170 beteiligte Solanum tübingense gewonnen.

Solanum tübingense ist in meinen Pfropfbastardversuchen sehr oft entstanden, es ist die am leichtesten entstehende Periklinalchimäre. Von unwesentlichen Unterschieden abgesehen, waren alle von mir beobachteten Individuen einander gleich.

Das aus der Sektorialchimäre 15170 herausisolierte Solanum tübingense aber unterschied sich von den anderen tübingense-Individuen von vornherein in einigen Punkten: es war sehr viel dunkler grün gefärbt und hatte wesentlich breitere Blätter als die normalen Solanum tübingense. Während Solanum Koelreuterianum nur wenig reichlich und erst geraume Zeit nach seiner Entstehung als Adventivsproß zu blühen pflegt, blüht Solanum tübingense bald nach seiner Entstehung und sehr reichlich. Auch die Blüten des Individuums von 15170 zeigten Unterschiede gegenüber den Blüten der normalen tübingense-Individuen; sie waren nicht unerheblich größer und sehr oft polymer.

Alle diese Besonderheiten, die in einem späteren Kapitel ausführlicher dargelegt werden sollen, legten wieder die Annahme nahe, daß in diesem Solanum tübingense unter der Haut von Solanum lycopersicum nicht ein normales diploides, sondern ein tetraploides Solanum nigrum stecke. Wiederum ergab die anatomische und zytologische Untersuchung die volle Bestätigung dieser Annahme.

Auch in diesem Falle mußte die tetraploide Nachtschattenform aus der Periklinalchimäre Solanum tübingense herausgeholt und von der Tomaten-Epidermis befreit werden. Während das bei Solanum lycopersicum gigas im Herbst 1915 nicht mehr möglich war, gelang es bei Solanum nigrum gigas, entsprechend seiner größeren Wachstumskraft bei abgeschwächtem Lichte, noch im September 1915. Aber die Sprosse blieben infolge der sehr ungünstigen Vegetationsbedingungen in spärlichem Wachstum und waren nur sehr schwer durch den Winter zu bringen. Erst Ende März 1916 begannen sie, kräftig zu gedeihen. Neue von Solanum tübingense 15170 gelieferte Adventivsprosse kamen hinzu, und jetzt ist ein ganzer, üppig gedeihender Bestand der Pflanze in Kultur, so daß ihre Erhaltung gesichert ist, zumal sie jetzt auch Samen hervorbringt, die nicht zurückschlagen.

3. Solanum nigrum gigas Nr. 2.

Ein zweites Mal trat die tetraploide Form von Solanum nigrum an der Pfropfung 15150 auf. Auch das war eine Pfropfung der

Tomate »König Humbert gelbfrüchtig« auf den Nachtschatten, am 29. Mai 1915 hergestellt und am 10. Juni entgipfelt. Die Pfropfung hatte zahlreiche normale nigrum- und lycopersicum-Adventivsprosse, aber keinen Pfropfbastard geliefert, als gegen Ende ihrer Regenerationstätigkeit ein abweichend gestalteter nigrum-Sproß erschien, der am 2. August abgenommen und zur Bewurzelung gebracht wurde.

Die reine Linie (»Linie B«) von Solanum nigrum, die ich ausschließlich zu allen meinen Versuchen seit zehn Jahren benutze, wurde im Jahre 1905 aus der Population herausisoliert, die im Tübinger botanischen Garten in Kultur war. Ich habe sie seitdem rein weitergezüchtet, und sie ist vollständig konstant. Die bei der Regeneration entstehenden Adventivsprosse zeigen fast ausnahmslos in der Gestaltung ihrer ersten Blätter und manchmal, wenn sie nämlich ganz frühzeitig zur Blüte kommen, auch in ihren ersten Blüten gewisse Abweichungen von der normalen Ausbildung, die beim Weiterwachsen sehr bald wieder verschwinden, um der normalen Gestaltung Platz zu machen. Es ist das eine Erscheinung, die wohl bei allen regenerativ entstehenden Sprossen auftritt, und die schon wegen ihres vorübergehenden Charakters natürlich in keinerlei Weise mit einer spezifischen Änderung zu verwechseln ist.

Die Abweichungen, die sich an dem Adventivtrieb von 15150 zeigten, waren von vornherein anderer Art. Es waren dieselben, die sich an dem Solanum tübingense von 15170 hatten beobachten lassen. Die Blätter waren tiefdunkelgrün gefärbt und breiter als bei den Individuen der Linie B, und die Blüten waren größer und zeigten auffallende Neigung zu allerhand Anomalien. Der ganze Sproß war dicker als die Normalform und entwickelte verhältnismäßig längere Internodien.

Auch er wuchs während des Herbstes und Winters nur äußerst langsam. Es gelang aber, ihn zu erhalten und beim Eintritt helleren Wetters reichlich zu vermehren.

Außer diesen drei Formen, bei denen die Vermutung, daß es sich um tetraploide Pflanzen handelte, durch die zytologische Untersuchung bestätigt wurde, entstanden noch eine Reihe weiterer Sprosse, für die der gleiche Verdacht auf Tetraploidie oder jedenfalls auf Heteroploidie vorliegt. Endgültiges läßt sich

vorerst darüber noch nicht mitteilen. Sie bleiben natürlich in Kultur und unter Beobachtung.

V. Zytologie der tetraploiden Formen von Solanum nigrum und lycopersicum.

Da die drei im vorangegangenen Abschnitte nach ihrer Entstehungsgeschichte beschriebenen Formen sich von der zugehörigen Normalform durch Riesenwuchs und Vergrößerung der einzelnen Organe unterschieden, so wurde vermutet, daß sie tetraploide Kerne in ihren somatischen Zellen führten. Sie mußten also vor allem zytologisch untersucht und ihre Chromosomenzahlen genau festgestellt werden. Dafür reichte zunächst das Material, das noch im Herbst und während des Winters gewonnen werden konnte, vollständig aus. Denn zur Feststellung der Chromosomenzahl konnten natürlich die Periklinalchimären ebensogut verwendet werden, als die aus ihnen herausisolierten reinen Formen, da in der subepidermalen Schicht die karyokinetischen Vorgänge in den Periklinalchimären ganz genau so verlaufen, wie in den reinen Arten. Es läßt sich daher die Pollenentwicklung z. B. von Solanum nigrum an der Periklinalchimäre Solanum tübingense gerade so gut untersuchen wie bei Solanum nigrum selbst.

Natürlich wurde die Chromosomenzahl zunächst bei der Reduktionsteilung der Pollenmutterzellen festgestellt. Da sowohl Solanum lycopersicum gigas als Solanum nigrum gigas Nr. 1 als Innenkomponenten von Chimären vorhanden waren, deren Mantel aus einer einzigen Zellschicht artfremden Gewebes bestand, so mußte die Untersuchung der Pollenentwickelung dieser Chimären unmittelbar Aufschluß über die Chromosomenzahlen der gigas-Formen liefern. Für die tetraploide Nachtschattenform konnte gleichzeitig die Chromosomenzahl bei der von vornherein rein erhaltenen Form Nr. 2 untersucht werden.

Es mußten aber auch, aus Gründen, die später angeführt werden sollen, möglichst viele somatische Mitosen geprüft und durchgezählt werden. Auch das war ohne weiteres an den Periklinalchimären möglich, bei denen ja lediglich die Epidermis nicht von der tetraploiden Form stammte. Und auch Wurzeln

konnten zur Untersuchung herangezogen werden, da sie an den Stecklingen endogen entstehen.

Nachdem die gigas-Formen nun rein vorhanden sind, wird natürlich alles an den reinen Individuen nachgeprüft, und das reichlich vorhandene Material in großer Menge fixiert.

Sowohl von Solanum nigrum wie Solanum lycopersicum und ihren tetraploiden Formen lassen sich unschwer ganz hervorragend klare und schöne Präparate herstellen, die eine vollkommen genaue und sichere Feststellung der Chromosomenzahl selbst in den Fällen gestattet, wo sie die bis jetzt bei höheren Pflanzen bekannte Höchstzahl bei weitem übersteigt. Ein Blick auf die dieser Arbeit beigegebenen Tafeln wird davon überzeugen.

Bei der Herstellung der Präparate ist folgendes zu beachten:

Fixiert wird immer, sei es, daß es sich um Blüten oder Blütenteile, sei es, daß es sich um Sproßscheitel, Stengelteile, Blattstücke oder Wurzeln handelt, in stärkerer Flemmingscher Lösung. Bei Blütenknospen ist eine gute Fixierung nur dann zu erzielen, wenn jede einzelne Knospe basal und apikal angeschnitten wird. Und zwar muß die obere Schnittfläche so gelegt werden, daß die Antheren an der Spitze angeschnitten werden. Die Fixierungsflüssigkeit dringt dann schnell und gleichmäßig ein. Die Fixierungsdauer soll nicht unter 24 Stunden betragen.

Wichtig ist, daß gut ausgewaschen und langsam und schrittweise entwässert wird.

Gefärbt wurde mit Saffranin, und zwar nach zwei verschiedenen Methoden. Das eine Mal nach der gewöhnlichen Vorschrift, nach der die Schnitte mindestens 24 und nicht länger als 48 Stunden in der Farbstofflösung bleiben sollen. Daneben wurde eine „Schnellmethode" angewandt, nach der die Farbstofflösung nur 20 Minuten bis eine halbe Stunde einwirkte. Die letztere Methode hat abgesehen von der großen Zeitersparnis, die mit ihr verknüpft ist, den Vorteil, daß die nichtchromatischen Zellbestandteile bei der Differenzierung den Farbstoff fast vollständig wieder abgeben, so daß die Chromosomen in beinahe farbloser Umgebung liegen. Aber sie hat den Nachteil, daß die Präparate nicht sehr lange haltbar sind. Doch können ver-

blaßte Präparate jederzeit wieder nach der Schnellmethode nachgefärbt werden.

Der schwierigste Teil des ganzen Färbeprozesses ist die Differenzierung, die mit Säurealkohol vorgenommen werden muß. Da es bei den meisten Präparaten vor allem darauf ankam, die Chromosomen im Stadium der Äquatorialplatte möglichst deutlich hervortreten zu lassen, so erwies es sich als zweckmäßig, sehr scharf auszudifferenzieren. Stete Kontrolle unter dem Mikroskop ist, bis man das Objekt genau kennt, unbedingt notwendig. Bei den nach der Schnellmethode gefärbten Schnitten ist begreiflicherweise die Differenzierung mit besonderen Schwierigkeiten verbunden und gelingt nur nach einiger Übung. Der Säurealkohol darf dabei nur ganz kurz einwirken, und es kommt darauf an, die richtige Zeitdauer herauszufinden und die Einwirkung gleichmäßig über das ganze Präparat vor sich gehen zu lassen.

Die Schnittdicke betrug gewöhnlich 10 μ, nur bei den Wurzelspitzen 5 bis 7 μ.

Im folgenden soll nun nicht eine eingehende zytologische Beschreibung der Mitosen und der Keimzellentwicklung der tetraploiden Formen im Vergleich zu den Stammarten gegeben werden. Das wird an anderer Stelle geschehen, und dabei sollen auch die wichtigen zytologischen Sonderfragen berücksichtigt werden, zu deren Behandlung das Vorhandensein tetraploider Pflanzen einlädt. Hier soll von der Zytologie der gigas-Formen zunächst nur das angeführt werden, was ihre Tetraploidie beweist, d. h. es soll nachgewiesen werden, daß in den Kernen ihrer Zellen sich doppelt so viel Chromosomen vorfinden als in denen der Normalformen.

1. Solanum lycopersicum gigas.

Wie ich früher angegeben habe (Winkler 1909, S. 25), beträgt bei Solanum lycopersicum die haploide Chromosomenzahl 12, die diploide 24; das gilt für die hier allein in Betracht kommende Tomatensorte „König Humbert, gelbfrüchtig", scheint aber für alle Tomatensorten Geltung zu haben. Ich fand wenigstens bei allen von mir daraufhin untersuchten, zum Teil unter sich sehr verschiedenen Sorten, immer dieselben Zahlen wieder.

Die haploide Chromosomenzahl wurde bei der Mikrosporenentwicklung untersucht, wo sie sich sehr leicht feststellen läßt. Die Untersuchung der Makrosporenbildung ist schwieriger wegen der unregelmäßigen gegenseitigen Lagerung der Samenknospen.

Wie bei den meisten von mir untersuchten Solanaceen sind auch bei Solanum lycopersicum die Chromosomen in den somatischen Karyokinesen als verhältnismäßig kurze Stäbchen ausgebildet; dem allgemeinen Verhalten der höheren Pflanzen entsprechend werden sie bei den Reduktionsmitosen noch erheblich kürzer und dabei dicker, so daß sie bei Solanum lycopersicum fast Würfelform erhalten. Dadurch wird vermieden, daß die einzelnen Chromosomen sich gegenseitig überdecken; sie liegen vielmehr einzeln scharf abgegrenzt und durch deutliche Zwischenräume getrennt nebeneinander, wodurch sich besonders bei den Äquatorialplatten der ersten Teilung in den Pollenmutterzellen außerordentlich klare Bilder ergeben.

In Fig. 1 und 2, Tafel IV sind zwei solche Kernplatten wiedergegeben. Beide lassen die Zahl 12 mit der größten Deutlichkeit erkennen. Ich habe eine sehr große Anzahl Kernplatten der ersten wie der zweiten Reduktionsmitose durchgezählt, und zwar sowohl von der reinen Tomate, als von denjenigen meiner Periklinalchimären, bei denen die subepidermale Schicht, aus der die Keimzellen hervorgehen, von Solanum lycopersicum geliefert wird. Stets ergab sich die Zahl 12 mit vollster Sicherheit. Nur ein einziges Mal fand ich die Zahl 13, und zwar in einer Anthere, bei der alle sonst zählbaren Kernplatten die Zahl 12 aufwiesen. Es wird also bei der Tomate die Zahl 12 als haploide Chromosomenzahl mit fast absoluter Konstanz festgehalten.

Auch im Diakinese-Stadium der Kerne lassen die Chromosomen sich zählen. Sie sind hier in sehr deutlicher Weise zu Paaren vereinigt und der Kernwandung angelagert. Immer ließen sich genau 12 gemini feststellen.

Daraus ergibt sich als somatische Chromosomenzahl für Solanum lycopersicum die Zahl 24. Sie mußte aber natürlich auch durch unmittelbare Zählungen sichergestellt werden. Das geschah an Karyokinesen aus verschiedenen Teilen der Pflanze: Blüten, wachsenden Stengeln und Wurzeln. Drei solcher Mitosen im Stadium der Kernplatte sind in Fig. 5, 6 und 7, Tafel IV

abgebildet. Fig. 5 gibt die Rindenzelle einer Adventivwurzel von S. lycopersicum wieder, Fig. 6 eine subepidermale Zelle in einer Samenknospe von Solanum proteus und Fig. 7 eine Zelle der untersten Mesophyllschicht eines Blütenblattes von Solanum proteus. Die Zahl 24 ergibt sich aus allen drei Bildern mit Sicherheit. Deutlich springt bei einem Vergleich der somatischen Karyokinesen mit den Reduktionsmitosen der Unterschied in der Form der Chromosomen in die Augen. Sie sind in den Körperzellen viel länger als in den Keimzellen und haben die Form von Stäbchen, die oft nicht gerade, sondern gekrümmt, manchmal sogar in der Mitte so weit eingeknickt sind, daß die beiden Hälften einen spitzen Winkel miteinander bilden. Das zeigt z. B. ein Chromosoma der in Fig. 5 wiedergegebenen Mitose sehr deutlich. Dadurch können natürlich leicht Irrtümer bei der Zählung entstehen.

Die drei abgebildeten Kernplatten sind selbstverständlich nicht die einzigen, die genau durchgezählt wurden. Eine geringere Chromosomenzahl als 24 wurde dabei überhaupt nicht gefunden, wohl aber nicht selten die Zahlen 26 und 27. Ähnliche Schwankungen sind bekanntlich auch bei anderen Pflanzen sehr häufig festgestellt worden (vgl. die Zusammenstellung bei Tischler 1915). Da wir in einem späteren Kapitel dieser Arbeit ausführlicher auf diese Schwankungen in der somatischen Chromosomenzahl und ihre Bedeutung für die Entstehung heteroploider Formen zurückkommen müssen, so sei hier die Tatsache nur erwähnt. Sie ändert jedenfalls nichts daran, daß die Normalzahl der diploiden Chromosomen bei der Tomate 24 beträgt, wie es die reduzierte Zahl 12 erwarten ließ.

Vergleichen wir nun mit diesen Chromosomenverhältnissen der normalen Tomate die der gigas-Form, so finden wir, wie erwartet, sowohl in den Keimzellen wie in den Körperzellen je das Doppelte der normalen Zahlen.

In Fig. 3 und 4 Tafel IV sind zwei Pollenmutterzellen der gigas-Form abgebildet, die eine während der ersten, die andere während der zweiten Teilung, beide im Stadium der Äquatorialplatte. In allen drei Platten sind mit Sicherheit je 24 Chromosomen zu zählen. Auch hier sind natürlich die drei abgebil-

deten Mitosen bei weitem nicht die einzigen, die durchgezählt wurden. Abweichungen von der Zahl 24 wurden dabei nicht beobachtet.

Bei der Vergleichung der Fig. 1 und 2 mit 3 und 4 fällt sofort auf, daß bei der gigas-Form nicht nur die Chromosomenzahl verdoppelt ist, sondern daß auch die ganzen Pollenmutterzellen erheblich größer als bei der Normalform sind. Wir werden später sehen, daß das für alle Zellen der tetraploiden Form im Vergleich zu den entsprechenden Zellen der normalen Form gilt, wie es ja auch nach den bekannten Regeln der Kernplasmarelation vorauszusetzen war.

Sonst unterscheiden sich die Vorgänge der Reduktionsteilung im einzelnen bei den beiden Formen nicht voneinander. Nur ist auffällig, daß die Chromosomen bei Solanum lycopersicum gigas die Neigung haben, miteinander zu verkleben, und daß die Zwischenräume zwischen ihnen wesentlich geringer zu sein pflegen als bei der Normalform. Das hat zur Folge, daß so klare und deutliche Kernplatten, wie sie in den Fig. 3 und 4 wiedergegeben sind, nicht so leicht aufzufinden sind. Doch sind die allermeisten Karyokinesen in diesem Stadium noch durchaus normal, wie sich am besten daraus ergibt, daß auch die zweite Teilung in den Pollenmutterzellen noch ohne Störung abläuft (Fig. 4 Tafel IV).

Dennoch kommt es offenbar nur selten einmal zur Ausbildung einiger normaler Pollenkörner. Man findet in reifen Antheren oft nur eine Anhäufung von leeren Pollenkornhüllen, die sehr verschieden groß sind, und zwischen denen nur ganz wenige anscheinend normale und sehr große Körner liegen. Es liegt nicht im Rahmen dieser Arbeit, die zytologischen Einzelheiten dieser Degenerationsvorgänge im einzelnen zu beschreiben, so interessant sie an sich sind. Es sei nur erwähnt, daß die Störungen auf verschiedenen Stadien der Pollenentwicklung eintreten können. Die beiden Kernteilungen gehen meist noch durchaus normal vor sich, dann aber treten Unregelmäßigkeiten auf, die zum Schwund einer, mehrerer oder aller Zellen der Tetrade, zum Auftreten überzähliger Tetradenzellen usw. führen. Es kann aber auch vorkommen, daß die Pollenmutterzellen schon degenerieren, ehe sie sich zum ersten Male teilen; gelegentlich

kann in einzelnen Antheren das ganze sporogene Gewebe schon bald nach seiner Entstehung zurückgebildet werden und kollabieren.

Seit mit dem Eintritt hellerer Witterung sich die Vegetationsbedingungen für unsere Pflanzen wesentlich gebessert haben, sind nun aber auch diese Pollendegenerationserscheinungen nicht mehr so stark vorhanden. Es kommt öfters zur Ausbildung von — immerhin vereinzelten — Pollenkörnern, die normal zu sein scheinen. Über ihre Form und Größe wird in einem späteren Kapitel berichtet werden.

Da also die haploide Chromosomenzahl der gigas-Form von Solanum lycopersicum 24 ist, so muß die diploide 48 betragen. Das ist denn in der Tat auch der Fall, wie die Fig. 10, 11 und 12, Tafel IV beweisen. Die darin abgebildeten Karyokinesen stammen aus der Gefäßbündelregion zweier Antheren (Fig. 10 und 11) und aus der Rinde einer Adventivwurzel der gigas-Form. Ein Zweifel über das Vorhandensein der Zahl 48 ist nicht möglich. Auch hier wurden natürlich weit mehr als drei Mitosen mit demselben Ergebnis durchgezählt, daß 48 die Normalzahl für die diploiden Chromosomen des Solanum lycopersicum gigas ist. Aber auch bei der gigas-Form lassen sich Schwankungen dieser Normalzahl feststellen; geringere Zahlen als 48 wurden nie gefunden, nicht selten aber traten die Zahlen 50, 51 und 52 auf.

Aus alledem ergibt sich mit vollkommener Sicherheit, daß Solanum lycopersicum gigas sich von dem normalen Solanum lycopersicum, aus dem es in meinen Versuchen entstanden ist, zytologisch durch das Vorhandensein der diploiden Chromosomenzahl in den Keimzellen, der tetraploiden in den somatischen Zellen unterscheidet.

2. Solanum nigrum gigas.

Die Untersuchung der Chromosomenzahlen und sonstigen zytologischen Verhältnisse ist bei dem Nachtschatten mit etwas mehr Schwierigkeiten verknüpft als bei der Tomate, da die Chromosomenzahl von Solanum nigrum dreimal so groß ist, als die von Solanum lycopersicum. Sie beträgt, wie ich früher (Winkler 1909, S. 26) angegeben habe, 36 für die Keimzellen,

72 für die somatischen Zellen. Das sind Zahlen, die nur wenig hinter den bei Angiospermen bis jetzt überhaupt gefundenen Höchstzahlen zurückbleiben: in der von Tischler (1915, S. 188ff.) neuerdings gegebenen Zusammenstellung finde ich als Pflanzen, bei denen sicher eine höhere Chromosomenzahl als bei Solanum nigrum angegeben wurde, nur angeführt einige Magnolien-Arten mit mehr als 50 haploiden Chromosomen, Gentiana procera mit etwa 40 und Carex acuta mit etwa 52. Trotz der verhältnismäßig hohen Chromosomenzahl aber sind die Kernplatten unserer Pflanze bei richtiger Fixierung und Färbung so außerordentlich klar, daß die Chromosomen sich selbst bei der tetraploiden Form mit vollkommener Sicherheit zählen lassen, obwohl hier die bisher bei höheren Pflanzen beobachtete Höchstzahl von Chromosomen weit überschritten wird.

Auch bei Solanum nigrum eignen sich wie bei Solanum lycopersicum besonders die Mikrosporenmutterzellen zur Untersuchung. Zwei in der ersten Teilung begriffene sind im Stadium der Kernplatte in Fig. 1 und 2 Tafel VI abgebildet. Beide lassen deutlich und sicher die Zahl 36 erkennen. Eine andere Zahl wurde nie gefunden, obwohl eine sehr große Anzahl von Reduktionsmitosen von Solanum nigrum und denjenigen Periklinalchimären, deren subepidermale Komponente Solanum nigrum ist, genau durchgezählt worden ist.

Daraus läßt sich das Vorhandensein der Chromosomenzahl 72 in den somatischen Zellen erschließen; sie wurde in der Tat auch bei der unmittelbaren Zählung gefunden. Bei der großen Chromosomenzahl ist eine ganz einwandfreie Zählung allerdings nur an denjenigen Mitosen durchführbar, bei denen die Chromosomen möglichst genau in einer Ebene und möglichst weit voneinander entfernt liegen. Das ist besonders in den großen Rindenzellen der Wurzeln nicht selten der Fall, wie Fig. 6 Tafel VI zeigt. Doch finden sich bei einigem Suchen auch in den anderen somatischen Geweben genug Kernplatten, die ein genaues Zählen der Chromosomen ermöglichen. In Fig. 7 und 8 Tafel VI sind zwei Kernplatten abgebildet, die sich in Mesophyllzellen des Kelchblattes von Solanum Gaertnerianum-Blüten fanden. Alle drei Mitosen lassen die Chromosomenzahl 72 erkennen. Abweichungen von dieser Zahl wurden nicht gefunden;

es muß freilich bemerkt werden, daß bei der Schwierigkeit der genauen Zählung die Zahl der mit Sicherheit durchgeprüften Mitosen lange nicht so groß ist wie die entsprechende Zahl bei der Tomate. Immerhin genügen die Zählungen, um den tatsächlichen Nachweis zu erbringen, daß die somatische Chromosomenzahl 72, die nach dem Befunde in den Keimzellen zu erwarten war, in den Geweben von Solanum nigrum wirklich vorhanden ist.

Wenn also die Deutung der gigas-Form von Solanum nigrum als tetraploider Form richtig war, dann war in ihren Keimzellen die Chromosomenzahl 72, in ihren somatischen Zellen die Chromosomenzahl 144 zu erwarten. Die Untersuchung bestätigte diese Erwartung. Es ist selbstverständlich, daß sich mit der Verdoppelung der Chromosomenzahlen auch die Schwierigkeiten einer genauen Feststellung der Zahl vermehren, und die Zahl 72 übertrifft ja die bisher bei Angiospermen sicher festgestellte Höchstzahl reduzierter Chromosomen (etwa 50) noch sehr erheblich. Trotzdem läßt unser Objekt noch eine sichere Zählung zu.

In Fig. 3 und 4 Tafel VI sind zwei Pollenmutterzellen von Solanum nigrum gigas im Stadium der Äquatorialplatte abgebildet; beide sind vollkommen klar und lassen je 72 Chromosomen zweifelsfrei feststellen. Natürlich wurden noch zahlreiche andere Mitosen des gleichen Stadiums genau durchgezählt; es ergaben sich keine Abweichungen von der Zahl 72. Beide Reduktionsmitosen pflegen im allgemeinen anscheinend durchaus normal zu verlaufen, wenn sich auch gelegentlich Abnormitäten zeigen. Eine solche ist in Fig. 5 Tafel VI abgebildet. Es handelt sich um eine Pollenmutterzelle, die in der zweiten Teilung begriffen ist, bei der aber die beiden Kernplatten anstatt je 72 eine sehr verschiedene Anzahl von Chromosomen erhalten haben: die eine umfaßt nur 7 Chromosomen, die andere enthält den ganzen Rest der 144 Chromosomen.

Solche und ähnliche Degenerationserscheinungen sind in den Antheren des Solanum nigrum gigas außerordentlich häufig, und zu einer völlig normalen Ausbildung des gesamten Pollens kommt es überhaupt nicht. Nur als gelegentliche Ausnahme findet sich einmal ein fertig ausgebildetes Pollenkorn mit anscheinend normalem Plasmainhalt. Wenigstens war das während des ganzen Winters der Fall. Seit Beginn des lebhaften Wachstums in

diesem Frühjahr finden sich viel häufiger normal aussehende Pollenkörner vor. Über ihre Form und Größe soll im folgenden Kapitel berichtet werden.

Nach diesen Befunden in den Keimzellen war in den Kernen der somatischen Zellen die Chromosomenzahl 144 zu erwarten. Begreiflicherweise stößt ihre genaue Feststellung auf erhebliche Schwierigkeiten. Sie ist nur an Kernplatten-Stadien durchführbar; diese werden aber bei der großen Chromosomenzahl selbst so groß, daß es schwer ist, einmal eine zu finden, die genau mit allen ihren Chromosomen in einer Ebene liegt, und zwar in einer Ebene, die genau der Schnittebene des ganzen Präparates parallel verläuft. Eine solche Mitose ist in Fig. 9 Tafel VI abgebildet; sie stammt aus der innersten Rindenschicht des Griffels und erlaubt die Chromosomenzahl 144 mit Sicherheit zu zählen. Das ist bisher der einzige Fall geblieben, in dem die Feststellung der Zahl 144 mit einwandfreier Genauigkeit gelungen ist. Aber es konnten doch sehr zahlreiche Mitosen gefunden und genau untersucht werden, die eine annähernde Schätzung der Chromosomenzahl zuließen. Alle Schätzungen führten übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß alles für, und nichts gegen das Vorhandensein der Zahl 144 sprach. Wichtig für die ganze Untersuchung war ja vor allem der Nachweis, daß in den somatischen Kernen des Solanum nigrum gigas nicht die Chromosomenzahl 72 der Normalform vorkommt. Das ist denn auch unbezweifelbar sichergestellt, und es ist darüber hinaus der Nachweis erbracht, daß in einem Falle sicher, in zahlreichen anderen Fällen mit großer Wahrscheinlichkeit die somatischen Zellen der gigas-Form eine genau doppelt so große Chromosomenzahl in ihren Kernen führen, wie die entsprechenden Zellen der Normalform.

Auch für die Riesenform von Solanum nigrum ist also bewiesen, daß sie als tetraploide Form anzusehen ist. Denn in ihren Keimzellen besitzt sie dieselbe Chromosomenzahl, die in den somatischen Zellen der Stammform vorhanden ist, und in ihren somatischen Zellen das doppelte davon. —

Ich kann die Darlegung der zytologischen Verhältnisse der tetraploiden Solanum-Formen nicht abschließen, ohne mit einigen

Worten einer theoretisch sehr wichtigen und viel erörterten Frage (Němec 1904; 1910; Strasburger 1907; Kemp 1910; Lundegårdh 1914 u. A.) zu gedenken, die sich mit meinem Material endgültig beantworten läßt. Es ist die Frage, ob die tetraploiden Kerne in somatischen Geweben eine Reduktionsteilung durchführen können, die wieder Diploidie herstellt.

Němec (1904; 1910) hatte angegeben, daß die tetraploiden Kerne, die in chloralisierten Wurzeln aus Kernverschmelzungen hervorgehen, die übernormale Zahl der Chromosomen durch Reduktionsteilung wieder auf die normale zurückzuführen vermöchten. Strasburger (1907; 1911) hat das wiederholt bestritten und bemerkt ganz allgemein (1911, S. 21): »daß eine Verdoppelung des Chromosomensatzes, die sich in der Phylogenie einer gegebenen Pflanze einstellte, nur dann Aussicht hatte fortzubestehen, wenn sie in einer Keimzelle sich vollzog, von der die gesamte Gewebebildung ausging, also bei den Metaphyten von der befruchteten Eizelle. Verdopplung des Chromosomensatzes in einzelnen Gewebezellen hat nicht Bestand«. Auch Kemp (1910) und Lundegårdh (1914) bestreiten das Vorkommen echter Reduktion durch heterotypische Teilungen in chloralisierten Wurzeln. Doch behauptet Kemp den Zerfall in kleinere Kerne und multipolare Spindelbildung, wodurch annähernd die normale Chromosomenzahl wieder hergestellt werden soll. Das wäre also ein ähnlicher Regulationsvorgang, wie er nach Yamanouchi (1909, p. 185) in polysperm befruchteten Eiern von Fucus vesiculosus stattfinden soll.

Unsere tetraploiden Formen erlauben nun zunächst die Ansicht Strasburgers zu widerlegen, daß eine Verdoppelung des Chromosomensatzes nur Bestand haben könne, wenn sie in einer Keimzelle sich vollziehe. Denn sie sind ja nicht aus einer befruchteten Eizelle entstanden wie Oenothera gigas, sondern aus somatischen Zellen, und die Erhöhung der diploiden Chromosomenzahl auf das Doppelte wird durch ungezählte Teilungsschritte hindurch beibehalten.

Das Verhalten der gigas-Formen liefert aber auch den bündigen Beweis dafür, daß gelegentlich doch in ganz großen Gewebekomplexen die diploide Chromosomenzahl

wieder auftreten kann, was natürlich nur durch einen Reduktionsvorgang erreichbar ist. Es zeigen sich nämlich hin und wieder an ihnen Rückschläge zur normalen Form. Wenigstens habe ich das bei Solanum nigrum gigas mehrmals beobachten können. Bis jetzt sind nur Rückschläge vorgekommen, die sich nur auf einzelne Blatteile (vgl. Textfig. 2, Blatt A), im höchsten Falle auf eine Blatthälfte (vgl. Textfig. 3) erstrecken, die aber als Rückkehr zur Normalform an ihrer Gestaltung und Färbung und vor allem an ihrem anatomischen Bau mit Sicherheit zu erkennen sind. Es wird zweifellos gelingen, vielleicht aus der Achselknospe eines halb zurückgeschlagenen Blattes, den Rückschlag rein zu erhalten, und dann wird es möglich sein, die Chromosomenzahl in ihm ausdrücklich festzustellen. Ich habe das bisher noch nicht tun können, bezweifle aber nicht, daß die Sprosse diploid sind, wie ihre Gestaltung es anzeigt.

Damit solche Rückschläge zur diploiden Normalform aus der tetraploiden gigas-Form entstehen können, muß in denjenigen Zellen, aus denen der zurückgeschlagene Gewebekomplex hervorgegangen ist, eine Reduktionsteilung stattgefunden haben. An der Möglichkeit, daß Reduktionsteilungen auch in somatischen Zellen vor sich gehen können, kann also nicht mehr gezweifelt werden. Wodurch sie ausgelöst werden, muß freilich noch durchaus unbestimmt bleiben. Daß der tetraploide Zustand des Kernes an sich in ihm das Bestreben hervorriefe, die übergroße Chromosomenzahl herabzusetzen, kann nicht angenommen werden, da eben tetraploide Formen bestehen und im allgemeinen durchaus beständig sind.

Ebenso muß es vorläufig unklar bleiben, ob die Halbierung der Chromosomenzahl durch eine typische Reduktionsmitose oder sonstwie erfolgt. Es wird überhaupt ziemlich schwierig sein, eine solche Reduktionsteilung zu finden, da die Rückschläge — bis jetzt wenigstens — nur selten und durchaus unregelmäßig, also an nicht vorher bestimmbaren Stellen auftreten. Bei den beiden Teilungen der Pollenmutterzellen, von denen ich sehr viele durchgesehen habe, ließen sich jedenfalls niemals Anzeichen einer etwa vor sich gehenden doppelten Reduktion finden, obwohl ich auf diesen Punkt genau achtete. Trotzdem ist es natürlich denkbar, daß Rückschläge auch innerhalb einer

Blüte auftreten könnten, daß etwa eine Anthere zur diploiden Form gehörte. Diese müßte dann auch Mikrosporen mit der haploiden Chromosomenzahl ausbilden, während die Pollenkörner der anderen vier Staubgefäße derselben Blüte diploid wären. Solche Möglichkeiten sind bei der Untersuchung der Nachkommenschaft von gigas-Formen natürlich sehr genau zu berücksichtigen.

Bei der weiteren Untersuchung der Rückschläge wird besonders die Frage zu beachten sein, ob die Reduktionsteilung so erfolgt ist, daß die beiden im tetraploiden Kern vereinigten diploiden Chromosomensätze wieder genau voneinander getrennt werden, oder ob die Halbierung der Gesamtchromosomenzahl 144 in andrer Weise vor sich geht. Qualitative Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Chromosomen vorausgesetzt würden die Rückschläge nur im ersteren Falle dem normalen diploiden Nachtschatten genotypisch gleichen. Im letzteren Falle ergäben sich genotypische Abweichungen, die sich wohl in der Gestaltung und dem Verhalten der Nachkommen widerspiegeln müßten. Ob das der Fall ist, muß die weitere Beobachtung lehren.

VI. Morphologie der tetraploiden Formen von Solanum nigrum und lycopersicum.

Eine eingehende Beschreibung von Solanum nigrum gigas und Solanum lycopersicum gigas kann ich erst später geben. Denn dazu sind genaue Maßangaben über die Größenverhältnisse der Blätter, Blüten usw. nötig, die sich erst gewinnen lassen, wenn das Material durch reichliche Stecklingsvermehrung groß genug geworden ist. Hier soll also nur eine kurze morphologische Kennzeichnung der tetraploiden Formen gegeben werden.

de Vries (1901, S. 158) nennt seine Oenothera gigas im Vergleich zu ihrer Stammart „eine kräftige, breitblätterige, großblütige und kurzfrüchtige Pflanze." Wenn man das „kurzfrüchtig" wegläßt, paßt diese Charakterisierung auch auf die gigas-Formen von Solanum. Sie sind in allen ihren Teilen kräftiger und größer entwickelt als die diploiden Stammarten. Dabei aber, und das ist besonders wichtig, handelt es sich keineswegs etwa um eine genau proportionale Vergrößerung, dergestalt etwa, daß die gigas-Formen ungewöhnlich stark und üppig entwickelten Mastexemplaren der Normalformen glichen, sondern

sie haben, ebenso wie Oenothera gigas im Vergleich zu Oenothera Lamarckiana, ihre besondere spezifische Gestaltung.

Das zeigt sich an allen Teilen der Pflanze, zunächst und hauptsächlich an den Blättern und Stengeln, aber auch an den Blüten.

1. Solanum nigrum gigas.

Die Blattform der reinen Linie („B“) von Solanum nigrum, die ich seit Jahren in Kultur habe und aus der auch die gigas-



Textfig. 1.

Teile je einer Pflanze von Solanum nigrum Linie B (links) und von Solanum nigrum gigas Nr. 1 (rechts). Beide Pflanzen waren nebeneinander im Gewächshaus ausgepflanzt. Bei A in Fig. 2 ein Blatt, das an



Textfig. 2.

der nicht punktierten Stelle zurückgeschlagen ist. Die Zeichnungen wurden von Herrn Professor Stuhr nach der Natur in natürlicher Größe hergestellt und für die Wiedergabe verkleinert.

Formen hervorgegangen sind, ergibt sich aus Textfig. 1, s. S. 446. Die Blätter sind durchaus ganzrandig, ziemlich lang gestielt, symmetrisch, hellgrün gefärbt, und ihre Spreite verjüngt sich sowohl nach der Spitze wie nach dem Blattstiel zu ganz allmählich. Dadurch kommt ein ziemlich schlankes, spitzes, zierlich geformtes Blatt zustande, bei dem die Breite zur Länge sich durchschnittlich wie 1 zu 2,5 verhält.

Demgegenüber weist das Blatt der gigas-Formen wesentliche Unterschiede auf. Zunächst sind die absoluten Größenverhältnisse andere, und zwar in dem Sinne, daß die größten Blätter, die bei der gigas-Form vorkommen, größer sind als die größten Blätter, die sich an einem unter genau gleichen Bedingungen wachsenden Individuum der Normalform finden. Nach vorläufigen Messungen erfolgt die Vergrößerung etwa im Verhältnis 5 zu 4. Dazu kommt nun aber, daß auch die relativen Maßverhältnisse typisch geändert sind, und zwar in dem Sinne, daß bei der gigas-Form die Blätter relativ b r e i t e r sind als bei der Stammform. Während für diese das Verhältnis 1 zu 2,5 gilt, ist bei den beiden gigas-Formen das Verhältnis 1 zu 1,97 vorhanden. Während also die Blätter der Normalform durchschnittlich zweieinhalbmal so lang als breit sind, sind die der gigas-Formen nur knapp zweimal so lang als breit. Sie erscheinen daher weniger schlank, und der Übergang vom Stiel zur Spreite sowie das Auslaufen in die Blattspitze erfolgt merklich schroffer. Dazu kommt ferner als unterscheidendes Merkmal die Form des Blattrandes, der bei der Normalform durchaus ganz ist und in stetiger schön geschwungener Kurve vom Spreitenansatz bis zur Blattspitze läuft. Der Blattrand der gigas-Form dagegen besitzt das deutliche Bestreben, unregelmäßig zu verlaufen und Zähne, Kerben und Buchten zu bilden (vgl. z. B. Textfig. 2, s. S. 447, das Blatt A und das oberste Blatt des Hauptsprosses). Es kommt dabei niemals zu einer regelmäßigen Einkerbung des ganzen Randes, sondern es ergibt sich ein unregelmäßiger Umriß des Blattes, der in starkem Gegensatz zu dem glatten Blattrand der Normalform steht.

Zu diesen Unterschieden in der äußeren Form der Blätter tritt weiter hinzu, daß bei der Stammart das Blatt meist in einer Ebene ausgebreitet liegt, aber doch gewöhnlich eine schwache

Aufwölbung nach den Rändern hin aufweist, so daß der Mittelnerv am Grunde einer ganz flachen Mulde verläuft. Bei den Blättern der gigas-Form ist das gerade umgekehrt. Sie besitzen fast immer eine nach oben aufgewölbte Spreite, so daß der Mittelnerv firstartig über die nach den Seiten hin abfallenden Blatthälften emporragt.

Endlich sind die gigas-Blätter wesentlich dicker und lederartiger als die dünnen, weichen Blätter der Stammform, und außerdem sehr viel dunkler grün gefärbt.

Aus alledem ergeben sich ziemlich erhebliche konstante Unterschiede zwischen den Blättern der Stammarten und der gigas-Formen, die es erlauben, auch gleichgroße Blätter von Beiden stets auf den ersten Blick in ihrer Zugehörigkeit zur gigas- oder zur Normalform richtig zu erkennen. Besonders deutlich treten die Unterschiede an solchen gigas-Blättern hervor, die halbseitig zur Normalform zurückgeschlagen sind. Bis jetzt ist nur ein solches aufgetreten, das in Textfig. 3 wiedergegeben ist. Die gigas-Hälfte ist schraffiert. (Dabei muß zunächst allerdings unentschieden bleiben, ob der Rückschlag genau zur Normalform erfolgt ist; vgl. die Ausführungen auf S. 445). Wenn es gelingt, aus der Achselknospe des Blattes den Rückschlag herauszuziehen[1], wird es sich vielleicht entscheiden lassen).



Textfig. 3. Halb zurückgeschlagenes Blatt. Die gigas-Hälfte ist punktiert. Auf 1/2 verkleinert.

Ähnliche Unterschiede wie im Bau der Blätter finden sich auch in dem der Stengel. Sie sind bei der gigas-Form an vergleichbaren Stellen dicker und kräftiger und dunkler grün gefärbt als bei der Normalform. Die Kantigkeit des Stengels tritt deutlicher hervor, und, was für den ganzen Habitus der Riesenformen besonders wichtig ist, die Internodien werden nicht unerheblich länger. In Textfig. 4 ist eine Photographie von zwei nebeneinander unter genau gleichen Bedingungen erzogenen, im Gewächshaus ausgepflanzten Vertretern beider

[1]) Das ist inzwischen geschehen. Zusatz bei der Korrektur.

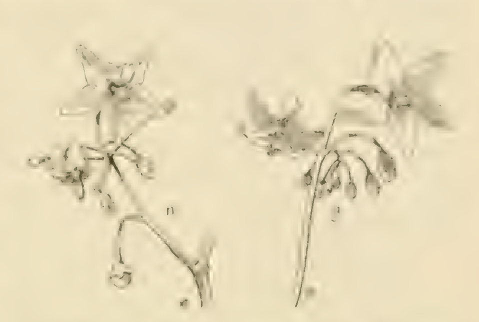
Formen wiedergegeben. Die Stecklinge waren beim Auspflanzen genau gleich groß, besaßen die gleiche Anzahl von Blättern und waren am gleichen Tage zur Bewurzelung ausgesetzt worden.



Textfig. 4. Photographie von Solanum nigrum gigas (rechts) neben Solanum nigrum Linie B (links). Beide Pflanzen sind nebeneinander im Gewächshaus ausgepflanzt. Das Bild zeigt den Riesenwuchs der gigas-Form.

Wie man sieht, hat der gigas-Sproß in derselben Zeit sich wesentlich kräftiger entwickelt und größere Höhe erreicht, als der daneben gedeihende Trieb der Stammart.

Endlich die Blüten. Auch für sie gilt, daß alle Maße bei den gigas-Formen vergrößert sind (vgl. Textfig. 5). Die Infloreszenz- und Blütenstiele sind dicker, die Kelch- und Kronenzipfel breiter, die Filamente der Staubgefäße etwas länger, die Antheren breiter; die Narbe ist breiter und zeigt oft Neigung zur Zweispaltigkeit. Besonders im Knospenzustande tritt der Unterschied sehr deutlich hervor, da die gigas-Blütenknospen viel dicker sind als die der Stammart. Genaue Maßangaben über die Größenverhältnisse der einzelnen Blütenteile und die durchschnittliche Zahl der Blüten in den Infloreszenzen müssen natürlich auf einer großen Zahl von Messungen beruhen und sollen später gegeben werden.



Textfig. 5. Blütenstände von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Natürliche Größe.

Wichtig ist nun aber vor allem, daß die gigas-Blüten eine sehr auffällige Neigung haben, sich überzählig auszubilden, halbpetaloide Staubgefäße zu erzeugen und sonstige Anomalien, wie mehr oder weniger vollständige Verwachsung zweier Blüten, Ausbildung zweier Griffel in der Blüte usw. zu zeigen. Diese Neigung, von der vielleicht die Hälfte aller Blüten ergriffen ist, muß irgendwie mit der Tetraploidie zusammenhängen, denn sie steckt an sich in der Stammart nicht drin. Es sind überhaupt von Solanum nigrum nicht viel Blütenanomalien bekannt, und die reine Linie, zu der meine Versuchspflanzen gehören, bringt nur äußerst selten einmal eine 6-zählige oder 4-zählige Blüte. Andre Abweichungen im Bau habe ich bei den vielen Tausenden von Blüten, die ich genau beobachtet habe, überhaupt nicht gesehen. Um so bemerkenswerter ist die große Häufigkeit solcher Abweichungen bei der gigas-Form. Ich werde auch darauf später zurückkommen.

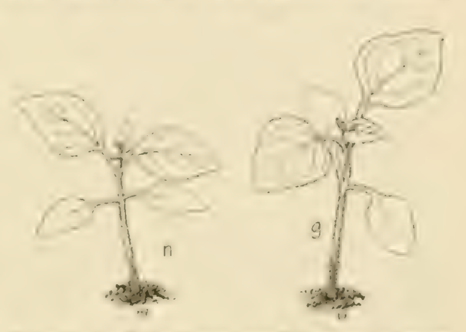
Früchte haben sich bis jetzt nur wenige an der gigas-Form entwickelt. Soweit sie reif geworden sind, hatten sie die typische Form und Farbe der Nachtschattenfrüchte, waren aber kleiner als diese. Auch darin also verhält sich Solanum nigrum gigas zu seiner Stammart genau so wie Oenothera gigas de Vries zu Oenothera Lamarckiana. Die Früchte von Oenothera gigas sind nämlich, obwohl sie aus verhältnismäßig längeren und dickeren Fruchtknoten hervorgehen, viel kürzer als die von Oenothera Lamarckiana. Das ist aber, wie Gates (1915 a, S. 211) mit Recht bemerkt, nicht etwa der Ausdruck für das Vorhandensein eines neuen spezifischen Merkmals, der Kurzfrüchtigkeit, sondern eine unmittelbare Bewirkung der Tatsache, daß Oenothera gigas viel weniger Samen gibt als die Stammart. Und die Länge der Frucht ist eben abhängig von der Zahl der Samen, die in ihr zur Ausbildung kommen.

Genau dasselbe gilt für Solanum nigrum gigas. Während die Stammart vollkommen fertil ist, so daß sich infolge der regelmäßig eintretenden Selbstbestäubung fast jede Blüte zu einer zahlreiche Samen bergenden Frucht ausbildet, ist die gigas-Form — bis jetzt wenigstens — beinahe völlig steril. Das hängt in erster Linie mit der schon kurz erwähnten (vgl. S. 441) und im nächsten Abschnitt nochmals zu besprechenden Beschaffenheit des Pollens zusammen. So sind denn auch die meisten Früchte, die zur Entwickelung kommen, taub, oder sie enthalten nur einige wenige halbverkümmerte Samen. Die Fruchtgröße hängt nun bei dem Nachtschatten nachweislich von der Samenanzahl ab. Und so ist es verständlich daß die gigas-Früchte kleiner bleiben als die der Normalform.

Bis jetzt ist nur einmal in einer Frucht von Solanum nigrum gigas Nr. 1 ein Same zur fertigen Ausbildung gekommen. Er war etwas größer als die Samen der Stammform und erwies sich als keimfähig. Der Keimling ist in Textfig. 6 neben einem Keimling der Normalform abgebildet. Chromosomenzählungen habe ich natürlich noch nicht vornehmen können. Aber aus der ganzen Gestaltung des Keimlings ist mit Sicherheit zu schließen, daß er zur tetraploiden Form gehört, die demnach samenbeständig ist. Schon die Keimblätter sind breiter und dicker, das Hypokotyl ist kräftiger, die ersten Blätter sind breiter, un-

regelmäßiger im Umriß und dunkler grün gefärbt wie bei dem typischen Nachtschatten. Besonders auffällig ist die sehr viel stärkere Behaarung des gigas-Keimlings.

Jetzt, Anfang Juni 1916, sind an allen gigas-Pflanzen, die ich in Kultur habe, zahlreiche Früchte in jungen Entwicklungsstadien vorhanden, zumeist hervorgegangen aus Blüten, die ich mit gigas-Pollen bestäubt habe[1]. Auch bei Rückkreuzung mit dem typischen Solanum nigrum setzen die gigas-Blüten rasch an. Sollten sich in diesen Früchten keimfähige Samen ausbilden, so müßten sie die triploide Form mit 108 Chromosomen liefern.



Textfig. 6. Keimlinge von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Natürliche Größe.

Diese Formverschiedenheiten zwischen dem diploiden und dem tetraploiden Nachtschatten treten natürlich auch dann zutage, wenn die beiden nigrum-Formen als der Pfropfbastard Solanum tübingense von Tomaten-Epidermis überzogen sind. Trat ja doch der eine gigas-Sproß als Partner eines Solanum tübingense auf und wurde wegen der abweichenden Gestaltung des Pfropfbastardes als tretraploid erkannt. Die Unterschiede zwischen zwei Solanum tübingense, von denen das eine den diploiden, das andre den tetraploiden Nachtschatten als Kern besitzt, entsprechen den eben geschilderten zwischen den reinen nigrum-Formen so genau, daß ich an dieser Stelle nicht weiter darauf einzugehen brauche.

2. Solanum lycopersicum gigas.

Solanum lycopersicum gigas erschien, wie schon angeführt wurde (vgl. S. 428), als Innenkomponente eines Solanum Koel-

[1]) Zusatz bei der Korrektur: Bis jetzt, Ende Juni, sind 20 Früchte reif geworden. Eine enthielt 3 Samen, 5 enthielten 1 Samen, die übrigen je 2. Alle Samen waren keimfähig. Alle Keimlinge gehören der gigas-Form an. Es setzt ungefähr der dritte Teil aller Blüten an, auch wenn sie nicht künstlich bestäubt werden.

reuterianum, und es gelang erst vor wenigen Wochen, die tetraploide Tomate rein aus der Periklinalchimäre herauszuziehen. Sie ist seitdem gut gediehen und reichlich durch Stecklinge vermehrt worden. Doch muß zu einem genauen morphologischen Vergleich mit der Stammform noch mehr Material vorhanden sein und die Zeit abgewartet werden, wo auch die gigas-Form in voller typischer Ausbildung vorhanden ist. Ich muß mich vorerst mit einigen vorläufigen Angaben begnügen.

Die Unterschiede zwischen der tetraploiden Form und der diploiden Form sind bei Solanum lycopersicum im wesentlichen durchaus dieselben wie bei Solanum nigrum. Die gigas-Form ist in allen Teilen kräftiger und meist auch größer.

Die Blätter sind gegenüber denen der Normalform vor allem charakterisiert durch die wesentlich dunklere Grünfärbung und die sehr viel breiteren Fiedern und Fiederchen. Die stielförmigen Blatteile sind stärker, die spreitenförmigen dicker und lederiger. Die Blätter der Tomate sind an sich auch innerhalb derselben Sorte sehr vielgestaltig und wandelbar. An den eben angeführten Merkmalen aber kann man die Blätter der gigas-Form stets sofort von Blättern der diploiden Tomate unterscheiden.

Die Stengel sind sehr kräftig und an vergleichbaren Stellen dicker als die der Stammform, scheinen auch zur Ausbildung längerer Internodien zu neigen, wodurch der eigentliche Riesenwuchs bedingt wird. Doch schließe ich das zunächst nur aus dem Verhalten des Solanum Koelreuterianum von 15 126, dessen Innenpartner die tetraploide Tomate ist. Dieses Solanum Koelreuterianum zeigt gegenüber anderen Solanum Koelreuterianum mit diploider Tomate als Kern starken Riesenwuchs. Es ist annzunehmen, daß er auch bei der herausisolierten tetraploiden Tomate vorhanden sein wird.

Die Blüten sind in allen Gliedern größer, die Knospen auffällig dicker und die Blütenblätter intensiver gelb gefärbt als bei der diploiden Form. Die Textfig. 7 gibt je eine Blüte und je einen Knospenstand von beiden Formen in natürlicher Größe wieder. Die bei Solanum nigrum gigas so auffällige Neigung zu Mehrzähligkeit und anderen Abweichungen habe ich bei Solanum lycopersicum gigas noch nicht beobachtet, wenigstens

nicht in einem Maße, das über das hier schon bei der diploiden Form vorhandene hinausginge. Bekanntlich liefern alle Tomatensorten sehr häufig pleiomere Blüten.

Früchte sind bisher noch nicht reif geworden, aber in verschiedenen Entwicklungsstadien vorhanden. Alle Blüten wurden von mir mit gigas-Pollen bestäubt. Es kommen jetzt Blüten vor, bei denen bis zu etwa 5% der Pollenkörner gut entwickelt sind, so daß zu hoffen ist, daß sich auch von der tetraploiden Tomate die F 1-Generation erziehen lassen wird. Auch bei Rückbestäubung mit dem Pollen der diploiden Form erfolgt rascher Fruchtansatz, so daß sich vielleicht auch die triploide Form mit 36 Chromosomen herstellen läßt.



Textfig. 7. Blüten und Knospenstände von Solanum lycopersicum »König Humbert, gelbfrüchtig« (*n*) und Solanum lycopersicum gigas (*g*). Natürliche Größe.

VII. Anatomie der tetraploiden Formen von Solanum nigrum und lycopersicum.

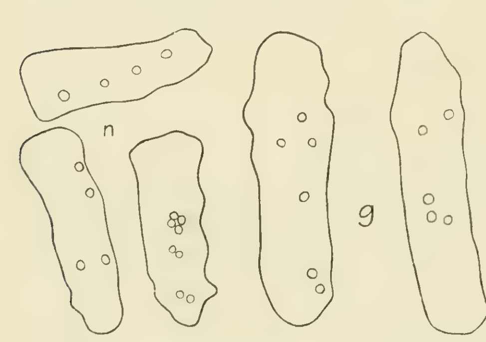
Durchgreifende und wesentliche Unterschiede im anatomischen Bau zwischen den gigas-Formen und ihren Stammarten sind natürlich nicht zu erwarten und sind auch nicht vorhanden. Das ist so bei Oenothera gigas de Vries im Vergleich zu Oenothera Lamarckiana (vgl. Gates 1915 a, p. 209 ff.) und gilt in genau entsprechender Weise für die gigas-Formen von Solanum. In beiden Fällen entspricht der tatsächliche Befund durchaus dem, was theoretisch zu erwarten ist: anatomisch in allem Wesentlichen Übereinstimmung zwischen den diploiden und den tetraploiden Pflanzen, histologisch Abweichungen in dem Sinne, daß die Zellen bei den gigas-Formen größer sind als bei den Stammarten. Natürlich beruht diese durchschnittliche Steigerung der Zellengröße unmittelbar auf dem Vorhandensein der doppelten Chromosomenmenge. Es bedarf keines Hinweises darauf,

daß durch die Zellenvergrößerung manche von den morphologischen Besonderheiten der tetraploiden Formen bedingt sind, so die größere Breite und Dicke der Blätter, der Stengel, der Knospen usw.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle die durchschnittlichen Größenunterschiede für die verschiedenen Gewebeformen im einzelnen nachzuweisen. Das wird später geschehen im Zusammenhang mit genauen Angaben über die absoluten Größenverhältnisse. Hier soll nur an der Hand einiger Zeichnungen die Tatsache dargelegt werden, daß die Zellen der gigas-Formen durchschnittlich größer sind als vergleichbare Zellen der Stammarten, und nur auf einige Punkte, die besonderes Interesse verdienen, soll näher eingegangen werden.

1. Solanum nigrum gigas.

Die Zellen und Gewebe wurden an Quer- und Längsschnitten sowie an mazeriertem Material untersucht. Für die Mazeration der Blatt- und Stengelgewebe benutzte ich die von O. Richter (1900) angegebene Methode, die sich trefflich bewährte. Man stellt darnach grobe Querschnitte durch Blätter, Stengel oder Wurzeln her und bringt sie in konzentrierte Ammoniaklösung. Nach ungefähr 48 Stunden werden die Schnitte auf den Objektträger in Wasser gebracht und können durch leises Beklopfen des Deckgläschens oder durch Zerzupfen leicht und rasch in ihre Zellen zerlegt werden. Bei längerer Einwirkung des Mazerationsmittels lösen sich sogar die Zellen der Epidermis mit ihren stark gewellten Zellwänden voneinander. Nur die Schließzellen der Spaltöffnungen scheinen dauernd aneinander haften zu bleiben.



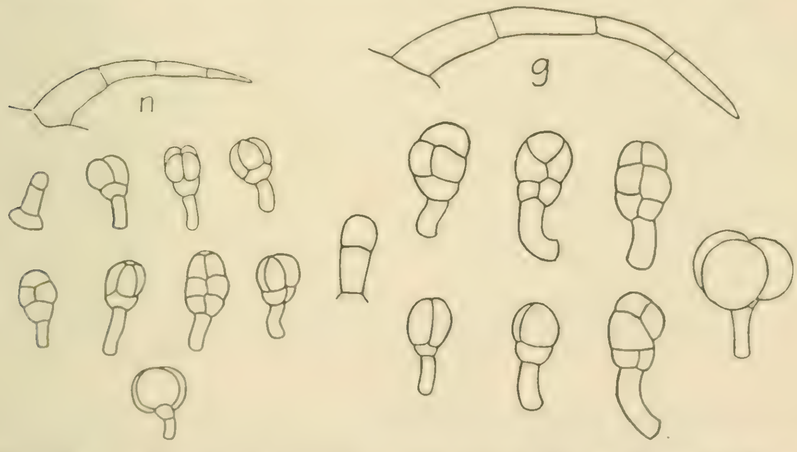
Textfig. 8. Isolierte Palissadenparenchymzellen von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Vergr. etwa 200.

In Textfig. 8 sind auf die beschriebene Weise isolierte Zellen

aus dem Palissadenparenchym eines Blattes von Solanum nigrum (n) solchen von Solanum nigrum gigas (g) gegenübergestellt. In jede Zelle sind einige Chlorophyllkörner eingezeichnet, die gerade mit ihrer Breitseite der Zeichenebene genau parallel lagen. Die Zellen stammen in beiden Fällen aus dem Mesophyll zwischen dem 2. und 3. Seitennerven der linken Blatthälfte. Die Größenunterschiede springen auf den ersten Blick in die Augen. Das gleiche gilt für die Spaltöffnungen (Textfig. 9), die von der Blattunterseite aus derselben Blattgegend genommen sind. Der anatomische Bau des Blattes ist sonst bei



Textfig. 9. Spaltöffnungen von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Vergr. etwa 200.



Textfig. 10. Haare von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Oben je ein vierzelliges Haar vom Blattrand, unten verschiedene Formen von Köpfchenhaaren vom Kelchblatt einer Blütenknospe. Verg. etwa 160.

beiden Formen gleich, es sind also nicht etwa bei der gigas-Form mehr Gewebeschichten vorhanden. Die größere Blattdicke kommt also nur dadurch zustande, daß die einzelnen Gewebe-

schichten aus größeren Elementen zusammengesetzt sind und dadurch größere Mächtigkeit erlangen.

Die Haare, die an den Blättern von Solanum nigrum vorkommen, sind verhältnismäßig kurz, so daß sie bei der Betrachtung mit dem bloßen Auge kaum auffallen, abgesehen von den jugendlichen Teilen, wo sie dichtgedrängt stehen. Auch am Hypokotyl des Keimlings treten sie sehr deutlich hervor (vgl. Textfig. 6). Sie sind alle mehrzellig und entweder als Gliederhaare oder als Köpfchenhaare ausgebildet. Beide Typen sind bei der gigas-Form, wie Textfig. 10 (s. S. 457) zeigt, deutlich größer als bei dem diploiden Nachtschatten. Doch wird auch durch diese



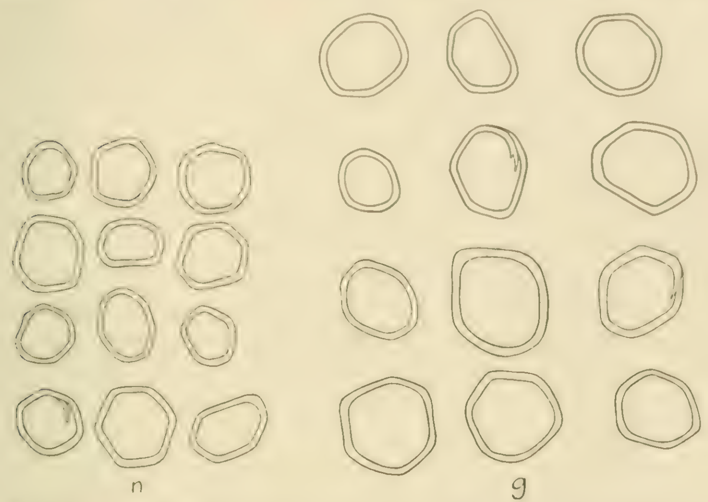
Textfig. 11. Markzellen von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Vergr. etwa 160.

Vergrößerung die Behaarung der tetraploiden Pflanzen noch nicht so auffällig, daß sie bei der Betrachtung mit dem bloßen Auge deutlich hervorträte. Nur die stärkere Behaarung des in Textfig. 6 abgebildeten Keimlings am Hypokotyl ist sehr auffällig. Mikroskopisch habe ich sie noch nicht untersuchen können.

Aus dem Stengel seien zunächst einige Markzellen der beiden Formen einander gegenübergestellt (Textfig. 11). In beiden Fällen ist Mark aus dem Stengel oberhalb des vierten Blattes,

vom Scheitel aus gerechnet, gezeichnet. Die Markzellen sind auch auf demselben Querschnitt keineswegs alle gleich groß, was (vgl. S. 477 ff.) wahrscheinlich mit dem verschiedenen Chromosomenbestand ihrer Kerne zusammenhängt. Aber auch schon an einem kleineren Gewebekomplex, wie er in der Figur wiedergegeben ist, tritt die durchschnittliche Vergrößerung der gigas-Zellen deutlich hervor.

Das gilt für alle Elemente des Stengels. Es mag aber genügen, nur noch ein Bild von den Gefäßen im Querschnitt zu

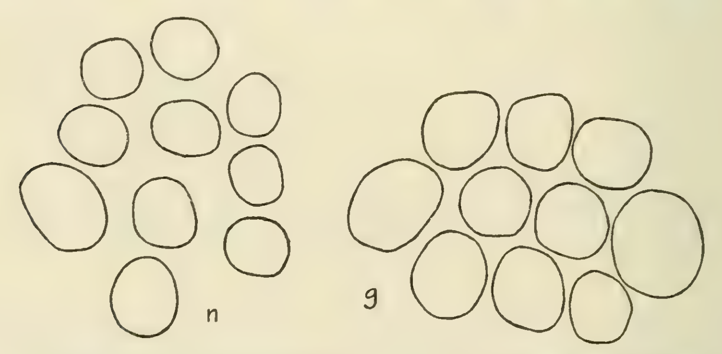


Textfig. 12. Gefäßquerschnitte von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Die Querschnitte entstammen vergleichbaren Stellen des Stengels. Es wurden jedesmal die zwölf größten Gefäße des Schnittes zum Zeichnen herausgesucht. Vergr. etwa 340.

geben (Textfig. 12). Für jede der beiden Formen sind aus einem in gleicher Entfernung vom Scheitel gelegenen Stengelquerschnitt die 12 größten in dem betreffenden Schnitt vorhandenen Gefäße herausgesucht und gezeichnet worden. Durchmesser und Zellwanddicke sind bei der gigas-Form größer.

Besonderer Hervorhebung bedürfen nun noch zwei Punkte: die G r ö ß e der C h l o r o p h y l l k ö r n e r und die G e s t a l t u n g des P o l l e n s.

Die Chlorophyllkörner und auch die Leukoplasten sind nämlich in den Zellen der gigas-Form größer als in entsprechenden Zellen der Stammform. Man gewinnt bei sorgsamer mikroskopischer Betrachtung z. B. der Palissadenparenchymzellen sehr bald den Eindruck, daß dem so ist. Der genaue Nachweis ist indessen nicht so einfach zu führen. Bekanntlich schwankt die Größe der Chlorophyllkörner auch innerhalb derselben Zelle nicht unerheblich. Sie hängt von der Lichtintensität und anderen äußeren Faktoren, von dem Alter der Chloroplasten, ihrem Stärkegehalt usw. ab. Um vergleichbare Werte für Größenbestimmungen zu gewinnen, muß man also nach Möglichkeit Blätter wählen, die nebeneinander unter gleichen Bedingungen gediehen sind, und Zellen aus einander genau entsprechenden Teilen der Blätter. Und man muß eine große Zahl von Körnern messen und zeichnen. Bei fixiertem Material ist darauf zu achten, daß die Blattstücke gleichzeitig in ein- und derselben Flüssigkeit fixiert und weiterbehandelt werden. Beachtet man all das, so bekommt man gut vergleichbares Material, muß nun aber wegen der Kleinheit der Objekte und der starken Schwankungen innerhalb desselben Blattes zahlreiche



Textfig. 13. Chlorophyllkörner aus dem Palissadenparenchym von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Fixiertes Material. Vergr. etwa 1900.

Messungen durchführen. Dann aber ergibt sich die Tatsache, daß die Chlorophyllkörner der gigas-Formen durchschnittlich größer sind als die der diploiden Form, mit Sicherheit. In Textfig. 13 sind bei gleicher Vergrößerung gezeichnete Chloroplasten

aus Palissadenparenchymzellen fixierter Blätter von beiden Formen nebeneinander gestellt. Man gewinnt schon daraus den Eindruck, daß bei aller Schwankung in der individuellen Größe, die gigas-Chloroplasten größer und dichter aneinander gelagert sind.

Die dunklere Grünfärbung der gigas-Blätter, die ein so wichtiges Merkmal der tetraploiden Formen ist, beruht also nicht allein darauf, daß die Mesophyllzellen größer sind und mehr Chlorophyllkörner enthalten, sondern auch darauf, daß die Chloroplasten selber größer sind und dichter liegen.

Über die Chloroplasten andrer tetraploider Pflanzen habe ich keine Angaben finden können. de Vries (1906, S. 328) gibt einmal für seine Oenothera gigas an, sie sei »von tieferem Grün« in ihren Blättern als Oenothera Lamarckiana. Es scheint aber nie untersucht worden zu sein, worauf die dunklere Grünfärbung beruht. Ich habe augenblicklich kein Material zur Verfügung, um die Chloroplastengröße beider Formen zu vergleichen. Es wird aber wohl gestattet sein, zu vermuten, daß auch hier die gigas-Chlorophyllkörner größer sind. Auch für die tetraploide Primula kewensis und die tetraploiden Moose der Marchals fehlen entsprechende Angaben. Für die Spirogyra-Zellen mit vergrößertem Kern oder mit Doppelkernen bemerkt Gerassimow (1902, S. 248), ihre Chlorophyllbänder seien »um die Kerne herum breiter, stärker geschlängelt, mit einem mehr lappigen Rand, an den Enden der Zellen aber sind sie schmäler, und ihr Rand ist einfacher. Daraus folgt mit Sicherheit, daß der Kern einen Einfluß auch auf die Entwickelung der Chlorophyllbänder ausübt. Nach einjähriger Lebensdauer der Zellen mit vergrößerter Kernmasse erwies sich die Zahl der Chlorophyllbänder als erhöht: während in normalen Zellen durchschnittlich 8 vorhanden sind, fanden sich in Zellen mit einem vergrößerten Kern durchschnittlich 12 und in Zellen mit zwei normalgroßen Kernen durchschnittlich 13 Bänder. Und bei Zygnema mit vergrößerten Kernen scheint es ähnlich zu sein (Gerassimow 1905, S. 51).

Wie wir sehen werden, sind auch bei der tetraploiden Tomate die Chromatophoren größer als bei der diploiden.

All das läßt wohl den Schluß zu, daß hier eine allgemeinere Gesetzlichkeit zugrunde liegt. Offenbar ist die spezifische

Größe der Chromatophoren in einer pflanzlichen Zelle abhängig von der Chromosomenzahl ihres Kernes. Die Regeln der Kernplasmarelation, nach denen die Größe des Kernes unmittelbar, die in ihr enthaltene Protoplasmamenge und die Zellgröße mittelbar von der Chromosomenzahl abhängt, wären also dahin zu erweitern, daß auch die Größe der Zellorgane durch die Chromosomenzahl bedingt wird. Das wird für die Zellwanddicke, die Stärkekörner usw. weiter zu prüfen sein. An dieser Stelle möchte ich nur auf einen Punkt aufmerksam machen, auf den in einem späteren Kapitel zurückzukommen sein wird.

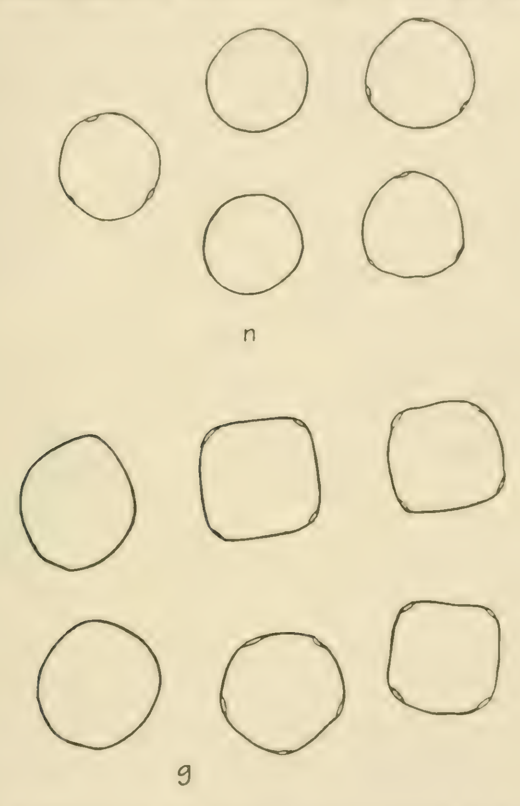
Offenbar ist es sehr wichtig, daß die Chlorophyllkörner in der Pflanze ihre spezifische Größe nicht überschreiten. Aus der allgemeinen Verbreitung des kleinkörnigen Chloroplastentypus bei den höheren Pflanzen scheint hervorzugehen, daß in ihnen der Assimilationsvorgang am besten stattfinden kann, wenn das Chlorophyll auf zahlreiche winzig kleine Organe verteilt ist. Werden diese zu groß, so wird vielleicht das Verhältnis von Oberfläche zu Inhalt zu ungünstig. Die Größe der Chloroplasten muß also durch irgend etwas in der Zelle reguliert werden. Wenn sie nun abhängig ist von der Chromosomenzahl des Zellkerns, so gewinnt für die grünen Pflanzen die Konstanz der Chromosomenzahl eine ganz neue Bedeutung: es wird durch sie die Konstanz der spezifischen Chloroplastengröße gewährleistet. Wie ich früher (Winkler 1906, S. 269) dargelegt habe, ist für die Organismen die Konstanz der Chromosomenzahl auch deswegen von großer Wichtigkeit, weil durch sie die Konstanz der spezifischen Zellgröße bedingt ist. Dieser Satz ist also in dem eben auseinandergesetzten Sinne zu erweitern.

Festzustellen, wie es sich mit der Assimilationsenergie der größeren Chlorophyllkörner, den osmotischen Druckverhältnissen in den gigas-Zellen usw. verhält, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. —

Was endlich den Bau der Pollenkörner anbelangt, so zeigt sich auch darin wieder eine besonders bemerkenswerte Übereinstimmung zwischen Solanum nigrum gigas und Oenothera gigas. Gates (1915 a, p. 212) sagt: »Perhaps the most striking change

of all in gigas is in the pollen grains. While all other species of Oenothera, so far as known, have triangular or 3-lobed discoid grains, in the giant races the pollen grains are quadrangular or 4-lobed.« (Vgl. auch Gates 1913, S. 126ff).

Die Pollenkörner von Solanum nigrum sind ziemlich genau kugelförmig und lassen im mikroskopischen Bilde meistens drei zarte Verdickungsstellen erkennen (vgl. Textfig. 14 oben). Die



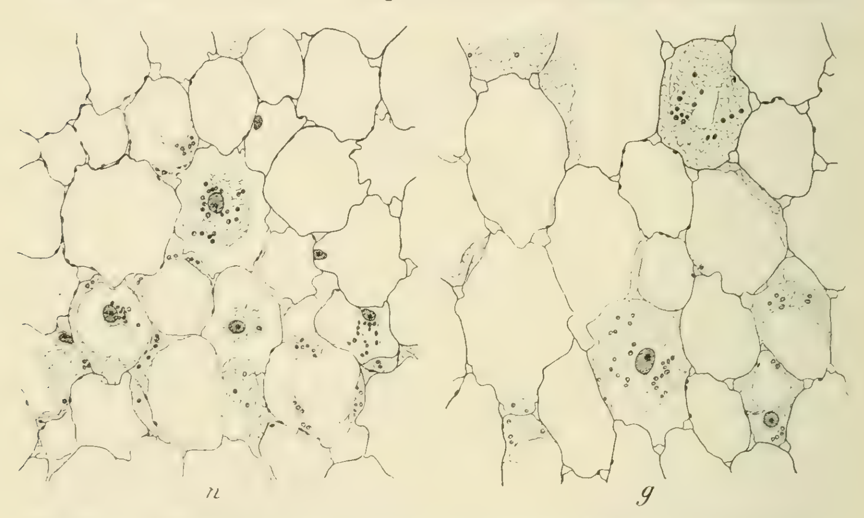
Textfig. 14. Pollenkörner von Solanum nigrum Linie B (*n*) und Solanum nigrum gigas (*g*). Vergr. etwa 400.

Pollenkörner der gigas-Form sind zunächst absolut größer, soweit sie sich überhaupt ausbilden und nicht kollabieren, was, wie schon erwähnt wurde, bei der Mehrzahl der Fall ist. Nicht nur die reifen Pollenkörner sind größer (vgl. Textfig. 14 unten), sondern auch die Pollenmutterzellen (vgl. Tafel VI, Fig. 3 und 4

im Vergleich zu Fig. 1 und 2). Wie bei der Normalform ist auch bei der gigas-Form oft von den Verdickungsstellen der Mikrosporen nichts zu sehen. Wo sie aber deutlich ausgebildet sind, pflegen es meistens vier, seltener drei oder fünf zu sein. Offenbar handelt es sich um genau dieselbe Erscheinung wie bei Oenothera gigas. Wodurch sie bedingt ist, muß vorläufig unerörtert bleiben.

2. Solanum lycopersicum gigas.

Die anatomischen und histologischen Unterschiede zwischen der tetraploiden und der diploiden Tomate sind im wesentlichen



Textfig. 15. Markzellen von Solanum lycopersicum »König Humbert, gelbfrüchtig« (*n*) und Solanum lycopersicum gigas (*g*). Vergr. etwa 160.

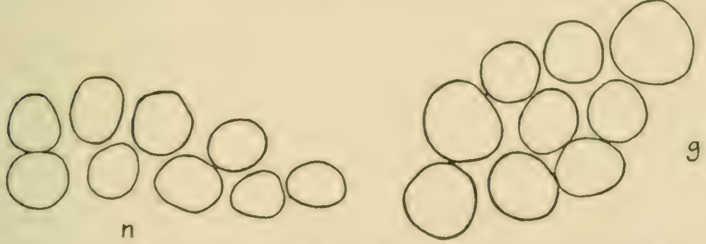
durchaus dieselben wie die eben geschilderten zwischen Solanum nigrum gigas und seiner Stammform. Es ist daher an dieser Stelle nicht erforderlich, ausführlich darauf einzugehen. Es sei daher nur erwähnt, daß sowohl die Kerne wie die Zellen bei der gigas-Form größer sind, und zum Beweis auf die Fig. 12 und 13 der Tafel V sowie auf Textfig. 15 verwiesen.

Wie in einem früheren Abschnitt berichtet wurde (vgl. S. 428), entstand das Solanum lycopersicum als Innenkomponente einer Periklinalchimäre vom Typus des Solanum Koelreuterianum. Der Kern besteht hier aus Tomatengewebe, die Epidermis ist

Nachtschatten. In den Fig. 12 und 13 der Tafel V sind nun einige Zellen vom Vegetationspunkte eines normalen Solanum Koelreuterianum (Fig. 12) mit der diploiden Tomate als Kern gegenübergestellt einem entsprechenden Gewebekomplex aus dem Scheitel des Solanum Koelreuterianum von 15126, dessen Innenkomponente die tetraploide Tomate ist. In Fig. 12 ist der Größenunterschied zwischen den Nachtschattenkernen im Dermatogen und den Tomatenkernen der inneren Zellschichten sehr auffallend, in Fig. 13 sehr viel weniger, da eben die tetraploiden Kerne größer als die diploiden sind.

Zur Illustration der Größenunterschiede in den Geweben sind in Textfig. 15 zwei einander genau entsprechende Teile des Stengelmarkes abgebildet. In jedem treten die mit der Heteroploidie der Kerne im Mark zusammenhängenden Verschiedenheiten in der Größe nebeneinanderliegender Zellen deutlich hervor, ebenso aber die Steigerung der absoluten Maßverhältnisse bei der gigas-Form.

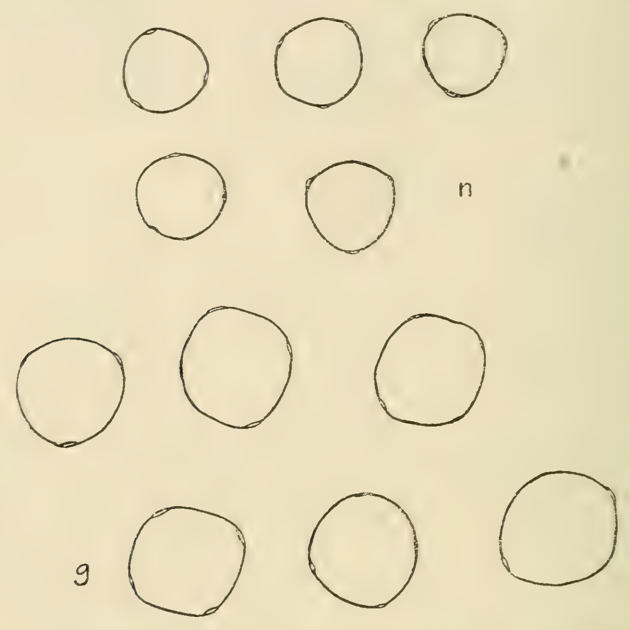
Daß auch die Chlorophyllkörner der tetraploiden Tomate größer sind als die der diploiden, wurde schon kurz erwähnt. In Textfig. 16 sind Chloroplasten von beiden Formen bei gleicher



Textfig. 16. Chlorophyllkörner aus dem Palissadenparenchym von Solanum lycopersicum »König Humbert, gelbfrüchtig« (*n*) und Solanum lycopersicum gigas (*g*). Fixiertes Material. Vergr. etwa 1000.

Vergrößerung abgebildet nach einem fixierten und gefärbten Präparat. Dazu ist nun zu vergleichen Fig. 15 auf Tafel IV, in der zwei nebeneinanderliegende verschieden große Markzellen abgebildet sind. Die verschiedene Größe der beiden Zellen beruht darauf, daß sie verschieden große Kerne besitzen, wie aus der Abbildung auch ersichtlich ist. Es ist nun be-

merkenswert, daß auch die Leukoplasten der Zellen verschieden groß sind und die größeren in der größeren Zelle vorkommen. Die Abhängigkeit der spezifischen Größe von der Chromosomenzahl des Kernes gilt also nicht nur für die Chlorophyllkörner, sondern für die Chromatophoren überhaupt. Die tetraploiden Zellen treten damit in bemerkenswerten Gegensatz zu den



Textfig. 17. Pollenkörner von Solanum lycopersicum »König Humbert, gelbfrüchtig« (*n*) und Solanum lycopersicum gigas (*g*). Vergr. etwa 400.

hypertrophischen Zellen, bei denen (Küster 1916, S. 258) »die Chromatophoren im allgemeinen nur einen bescheidenen Grad der Entwicklung erfahren oder sogar zurückgehen«. Es ist eben nicht die Zellgröße, sondern die Kerngröße, durch die sich die Größe der Chromatophoren reguliert. Wie sich die Chromoplasten in den Früchten verhalten, soll noch untersucht werden.

Endlich sei noch die Gestaltung der Pollenkörner erwähnt. Sie sind, soweit sie sich überhaupt voll ausbilden, was allmählich in steigendem Prozentsatz geschieht, wesentlich größer als die Pollenkörner der diploiden Form (Textfig. 17), und für die

Pollenmutterzellen gilt dasselbe (Fig. 3 und 4, Tafel IV im Vergleich zu Fig. 1 und 2 derselben Tafel). Die reifen Mikrosporen haben annähernd Kugelform und lassen wie die des Nachtschattens drei Verdickungsstellen erkennen, die mehr oder weniger deutlich ausgebildet sind. Bei den Pollen der gigas-Form aber sind wieder wie bei Oenothera gigas und Solanum nigrum gigas sehr häufig vier solcher Stellen erkennbar.

VIII. Die Entstehung der Tetraploidie.

Im vorstehenden ist nachgewiesen worden, daß die in meinen Versuchen entstandenen gigas-Formen von Solanum nigrum und Solanum lycopersicum tetraploid sind, d. h. in ihren Kernen genau doppelt so viel Chromosomen besitzen wie die Arten, aus denen sie entsprungen sind. Mit diesen zytologischen Unterschieden sind solche morphologischer und anatomischer Art verknüpft, die in jeder Hinsicht denen gleichen, durch die sich Oenothera gigas de Vries von ihrer Stammart Oenothera Lamarckiana unterscheidet. Ebenso wie für Oenothera gigas erhebt sich nun für die tetraploiden Solanum-Arten die Frage, wie die Tetraploidie zustandegekommen ist.

Jeder Versuch, sie zu erklären, muß natürlich von der Tatsache ausgehen, daß sowohl Solanum nigrum gigas wie Solanum lycopersicum gigas als Adventivsprosse entstanden sind. Damit fallen sofort verschiedene Möglichkeiten fort, die zur Erklärung der Tetraploidie von Oenothera gigas herangezogen werden können und herangezogen worden sind. Dafür treten neue Möglichkeiten auf.

Darüber kann kein Zweifel herrschen, daß in dem Kallus, der sich an der Verwachsungsstelle der Pfropfungen nach der Entgipfelung bildet, mindestens eine Zelle mit tetraploidem Kern aufgetreten sein muß, deren Teilungsprodukte sich am Aufbau der Adventivsproß-Vegetationspunkte beteiligten. Denn es muß als ganz ausgeschlossen gelten, daß etwa zunächst ein normaler Nachtschatten- und Tomatensproß entstand, in dem später die Zellen des Scheitels aus dem diploiden in den tetraploiden Zustand übergingen. Es bleibt also zu erklären, woher in dem regenerierenden Kallusgewebe die tetraploidkernigen Zellen gekommen sind.

So viel ich sehe, liegen dafür drei Möglichkeiten vor:

Erstens wäre denkbar, daß unter dem Einflusse der in dem Kallusgewebe herrschenden Verhältnisse in einer normal diploiden Zelle eine Chromosomenverdoppelung veranlaßt worden wäre;

zweitens wäre denkbar, daß schon in der normalen Pflanze einzelne heteroploide Zellen vorhanden wären, von denen eine tetraploide zum Aufbau des Kallusgewebes mit herangezogen wurde;

drittens wäre denkbar, daß die beiden Kerne zweier normal diploider Zellen miteinander zu einem tetraploiden Kern verschmolzen wären.

Ich hielt von vornherein die dritte Möglichkeit für die wahrscheinlichste, und die Überlegung, daß es möglich sein müsse, an Pfropfstellen zwei somatische Zellen zur Verschmelzung zu veranlassen, war ja überhaupt der Ausgangspunkt für die Versuche, die schließlich zur Entstehung der beiden gigas-Formen führten. Im Verlauf der Untersuchung aber erwies es sich als unerläßlich, die beiden anderen Möglichkeiten genauer zu prüfen.

1.

Daß die Kerne in Wundgeweben sich vergrößern können, wurde von Nestler (1898, S. 724) für Tradescantia zebrina und Tradescantia viridis angegeben. Aber Schuerhoff (1906 S. 373) hat nachgewiesen, daß es sich dabei nicht um eine wirkliche Vergrößerung der Kerne handelt. Sondern Nestler hat Kerne in verschiedenen Stadien der Teilung und der Ruhe miteinander verglichen, und die von ihm beobachteten größeren Kerne waren nur solche, die sich im Stadium der Prophase befanden, in dem sie stets eine Vergrößerung gegenüber dem Ruhestand erfahren. Schuerhoff (1906) selbst hat das Verhalten des Kernes in Wundgeweben eingehend untersucht und keinerlei Unregelmäßigkeiten finden können. Er hat auch das Kallusgewebe verschiedener Pflanzen berücksichtigt, und gibt z. B. für den Kallus von Populus-Stecklingen ausdrücklich an, »die Kerne sind im Verhältnis zur Größe der Zellen klein« (S. 368). Auch Ritter (1911, S. 6ff.) fand keine dauernde Kernvergrößerung in der verwundeten Epidermis von Allium cepa.

Neuerdings hat Němec (1905 und 1910) das Verhalten sich teilender Kerne in regenerierenden dekapitierten Wurzelspitzen näher untersucht. Er fand in den dekapitierten Wurzeln von Asplenium decussatum „meist normale Kern- und Zellteilungen" (Němec 1905, S. 200). Eine einzige Wurzel machte eine Ausnahme, in ihr fanden sich in der Teilungszone ungewöhnlich große plasmareiche Zellen mit ungewöhnlich großen Kernen, die bei der Karyokinese einer abnorm großen Chromosomenzahl Ursprung gaben. Genau ließ diese sich nicht festsellen, sie war aber in manchen Fällen sicher größer als das Doppelte der normalen Anzahl (S. 207). Häufiger ließen sich entsprechende Anomalien in dekapitierten Wurzeln von Allium cepa finden (Němec 1910, S. 223ff.); aber auch bei dieser Pflanze waren sie keineswegs regelmäßig in allen untersuchten Wurzeln vorhanden. Immerhin zeigen die Beobachtungen von Němec, daß in Wundgeweben Kerne mit abnorm großer Chromosomenzahl auftreten können.

Zur Erklärung des Vorkommens solcher hyperchromatischer Kerne zieht Němec die Möglichkeit einer einfachen durch den Wundreiz irgendwie bewirkten Hypertrophie des Kernes in Betracht, neigt aber (1910, S. 233ff.) mehr zu der Annahme, daß Kernübertritte und Kernverschmelzungen zugrunde liegen. Nach seinen Darlegungen muß das in der Tat als sehr viel wahrscheinlicher angesehen werden. Es scheint, als ob die von Němec beobachteten heteroploiden Kerne auf verschiedenem Wege zustande gekommen sind. Einmal dürfte es sich um Abkömmlinge von Kernen handeln, die schon in der normalen Wurzel im heteroploiden Zustand vorhanden sind. Daß solches möglich ist, soll im zweiten Abschnitte dieses Kapitels eingehend erörtert werden. Zweitens aber dürften in der Tat, wie Němec es annimmt, Kernverschmelzungen stattgefunden haben, worauf im dritten Abschnitt dieses Kapitels eingegangen werden soll. Wenn der Wundreiz selbst eine unmittelbare Hypertrophie des Kernes, die mit Chromosomenvermehrung verbunden ist, bewirken könnte, dann müßte man annehmen, daß im Wundgewebe solche hypertrophierte Kerne nicht nur als vereinzelte Ausnahmen vorkämen. Da aber im allgemeinen die Kerne der Zellen im Wundgewebe durchaus normal bleiben, so ist es wahr-

scheinlich, daß das vereinzelte Auftreten chromatinreicherer Kerne auf Ursachen beruht, die mit dem Wundreiz als solchem unmittelbar nichts zu tun haben. Soweit es sich dabei nicht um Kerne handelt, die von vornherein heteroploid waren, kommt nur die Möglichkeit einer Kernverschmelzung in Betracht.

Auch in den regenerierenden Geweben von Solanum nigrum und Solanum lycopersicum habe ich niemals auch nur die geringsten Anhaltspunkte dafür finden können, daß die Kerne unter dem Einflusse des Wundreizes hypertrophierten und ihre Chromosomenzahl verdoppelten oder sonstwie vermehrten. Daß die regenerierenden Zellen normale diploide Kerne enthalten müssen, ergibt sich ja auch aus der Tatsache, daß die regenerierten Adventivsprosse ohne Ausnahme durchaus normale, der Mutterpflanze in jeder Hinsicht gleichende Individuen waren. Auf diesen Punkt wird noch zurückzukommen sein.

Nach alledem muß es als sehr unwahrscheinlich gelten, daß die Tetraploidie in den Mutterzellen unserer gigas-Formen durch einfache Chromosomenverdoppelung infolge des Wundreizes in normal diploiden Zellen zustande gekommen ist.

2.

Die zweite Möglichkeit, die zur Erklärung des Vorkommens tetraploider Zellen in dem regenerierenden Gewebe der Pfropfungen von Solanum lycopersicum auf Solanum nigrum herangezogen werden kann, besteht darin, daß schon in der normalen Pflanze heteroploide Zellen und unter diesen tetraploide vorhanden wären. Eine solche tetraploide Zelle müßte sich am Aufbau des Kallusgewebes beteiligt haben, an dem die Vegetationspunkte der gigas-Formen sich bildeten.

Ich hatte mit dieser Möglichkeit von vornherein nicht gerechnet, da ich die allgemeine Ansicht teilte, daß sämtliche somatische Zellen eines normalen Sporophyten die diploide Chromosomenzahl in ihren Kernen führten. Es war daher eine Überraschung, als es sich im Verlaufe der Untersuchung herausstellte, daß dieser Satz, so allgemein ausgesprochen, wenigstens für Solanum nigrum und Solanum lycopersicum nicht gilt. Vielmehr finden sich im Körper dieser beiden Pflanzen — und sehr wahrscheinlich ist es bei den anderen höheren Pflanzen

auch so — regelmäßig und normaler Weise zahlreiche Zellen, die in ihren Kernen mehr Chromosomen besitzen als der diploiden Zahl entspricht. Und zwar kann die diploide Chromosomenzahl um nur wenige Einheiten vermehrt auftreten, sie kann aber auch verdoppelt und sogar vervierfacht vorkommen, so daß sich hyperdiploide, tetraploide und oktoploide Zellen am Aufbau des Körpers der normalen Pflanze beteiligen.

Offenbar ist zwischen der Vermehrung der Chromosomenzahl um einige Einheiten (Hyperdiploidie) und ihrer Vervielfachung (Polyploidie) wesentlich zu unterscheiden.

a) Die Zellen mit einzelnen überzähligen Chromosomen.

Daß geringe Abweichungen von der normalen diploiden Chromosomenzahl in den somatischen Zellen der Pflanzen und der Tiere häufig vorkommen, ist oft betont worden. Besonders della Valle (1909) hat die bisherigen Beobachtungen darüber zusammengestellt und zu einer scharfen Kritik der herrschenden Lehre von der absoluten Zahlenkonstanz der Chromosomen benutzt. Tischler (1915, S. 221ff.) hat kürzlich seine Darlegungen eingehend kritisch erörtert. Er kommt zu dem Endergebnis, trotz der vielfach angegebenen Schwankungen sei die Annahme sicher begründet, daß die Chromosomenzahl tatsächlich innerhalb eines Organismus konstant sei. »Ausnahmen konnten bisher noch überall aufgeklärt oder der Aufklärung nahegeführt werden« (S. 229).

Die Schwankungen können sowohl darin zum Ausdruck kommen, daß weniger Chromosomen erkennbar sind als die erwartete diploide Zahl beträgt, als auch darin, daß etwas mehr auftreten. Die hypodiploiden Zahlen werden gewöhnlich damit erklärt, daß einzelne Chromosomen miteinander verkleben oder sich nicht völlig voneinander trennen. Das soll nach Strasburger in besonders ausgeprägter Weise bei Wikstroemia indica vorkommen.

Bei Solanum nigrum und Solanum lycopersicum findet sich Hypodiploidie nicht. Ich habe bei der erstgenannten Pflanze niemals eine somatische Mitose gezählt, die weniger als 72 Chromosomen gehabt hätte, bei der Tomate niemals eine mit

weniger als 24 Chromosomen. Um so häufiger kommen Karyokinesen mit etwas erhöhter, also hyperdiploider Chromosomenzahl vor. Sie finden sich in allen Gewebearten.

Nach dem Befund in den Keimzellen, wonach die reduzierte Chromosomenzahl 12 beträgt, ist bei Solanum lycopersicum in den somatischen Zellen die Chromosomenzahl 24 zu erwarten. Wie im V. Kapitel gezeigt wurde, ist sie auch wirklich vorhanden. Zweifellos ist 24 die Chromosomenzahl, die sich am häufigsten findet. Aber Abweichungen davon sind durchaus nicht selten. Und zwar waren mit Sicherheit die Zahlen 26 und 27 nachweisbar. Fig. 8 Tafel IV und Fig. 3 Tafel V geben zwei Mitosen mit je 26, Fig. 9 Tafel IV eine Kernplatte mit 27 Chromosomen wieder. Die eine der beiden 26-chromosomigen Mitosen stammt aus der innersten Rindenschicht einer Adventivwurzel, die andere aus dem Mark des Stengels der Tomate »König Humbert gelbfrüchtig«; die 27-chromosomige fand sich in derselben Gewebeschicht derselben Wurzel wie die eine 26-chromosomige. Die drei abgebildeten Mitosen sind natürlich nicht die einzigen, die genau durchgezählt wurden. Die Zahl 26 trat häufiger auf als die Zahl 27; 25 wurde nicht gefunden, ebensowenig eine Zahl höher als 27. Auch in den Blütenteilen kamen die abweichenden Zahlen vor, wenn auch hier offenbar verhältnismäßig seltener. Um ein genaues Urteil über die Häufigkeit der abweichenden Chromosomenzahlen in ihrem Verhältnis zur normalen und ihre Verteilung in den verschiedenen Geweben zu gewinnen, müßte man allerdings genaue Zählungen in weit größerer Anzahl durchführen als es mir bisher möglich war.

Dann wird sich vielleicht auch feststellen lassen, wie die Chromosomenvermehrung zustande kommt. Es kann ja doppelte Längsspaltung einzelner Chromosomen an sich ebenso wahrscheinlich sein wie eine Querspaltung. Ich habe keinerlei Anhaltspunkte bis jetzt finden können, die eine Entscheidung in einem oder anderem Sinne ermöglichten.

Diese Vermehrung der Chromosomenzahl um einige wenige Einheiten, die bei dem normalen Solanum lycopersicum so häufig ist, findet sich nun auch bei der gigas-Form. Deren somatische Chromosomenzahl beträgt 48, und wie früher gezeigt wurde,

läßt sich diese Zahl auch häufig feststellen (vgl. Fig. 10 bis 12 Tafel IV). Zahlen unter 48 wurden nicht beobachtet. Wohl aber die Zahlen 49, 50, 51, 52, 53 und 54. Am häufigsten war die Zahl 51 (vgl. Fig. 13 Tafel IV und Fig. 8 Tafel V); auch die Zahl 52 war nicht selten (vgl. Fig. 14 Tafel IV und Fig. 9 Tafel V). Die anderen genannten Zahlen kamen nur vereinzelt vor. Während also bei der diploiden Form die größte Abweichung von der Normalzahl, die beobachtet werden konnte, 3 Einheiten betrug, betrug sie bei der tetraploiden Form 6 Einheiten. Die abgebildeten Karyokinesen stammen aus dem Rindenparenchym von Adventivwurzeln, aus dem Rindenparenchym des Stengels und aus dem Marke des Stengels.

Daß entsprechende Schwankungen auch bei Solanum nigrum, wo die normale diploide Chromosomenzahl 72 beträgt, vorkommen, halte ich für sehr wahrscheinlich, kann aber keine Belege dafür erbringen. Die Zählung ist hier, der hohen Chromosomenzahl entsprechend, schwieriger, und vor allem finden sich genau zählbare Mitosen erheblich seltener als bei Solanum lycopersicum. Alle Kernplatten, die genau durchgezählt werden konnten, hatten die erwartete Chromosomenzahl 72.

Nach allem, was wir über das Verhalten der Chromosomen wissen, müssen wir es als sicher annehmen, daß die abgeänderten Chromosomenzahlen, nachdem sie einmal entstanden sind, bei allen folgenden Mitosen dauernd beibehalten werden (vgl. Stomps, 1916, S. 147). Zumal bei unsrem Objekt, der Tomate, erscheint diese Annahme sicher begründet, da bei ihm Mitosen mit weniger Chromosomen, als der diploiden Chromosomenzahl entspricht, offenbar überhaupt nicht vorkommen. Wo dies, wie bei Wikstroemia indica, der Fall ist, müßte — soweit nicht Zählungsfehler zugrunde liegen — mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß einzelne Chromosomen schwinden, die überschüssigen also ausgeschaltet würden, womit die normale Zahl wieder hergestellt wäre. Diese Möglichkeit scheidet für Solanum lycopersicum aus. Daraus ergibt sich aber, daß der fertige Körper unsrer Pflanze aus einer beträchtlichen Anzahl von Zellen besteht, die nicht die typische somatische Chromosomenzahl, sondern eine etwas höhere besitzen.

Die Größe des Anteils, den diese hyperdiploiden Zellen am

Aufbau der Pflanze besitzen, wird natürlich in hohem Maße davon abhängen, in welchem Alter der Zelle die Chromosomenvermehrung vor sich geht. Tritt sie ein, wenn die Zelle noch im embryonalen Stadium ist, so werden sich sehr viel mehr heteroploide Zellen ergeben, als wenn die Chromosomenvermehrung erst in einer älteren im festen Verbande ausgebildeter Gewebe befindlichen Zelle stattfindet. Ich kann über diesen Punkt keine bestimmten Angaben machen. Alle die Zellen, in denen ich Mitosen mit überzähligen Chromosomen gefunden habe, lagen außerhalb der eigentlichen embryonalen Region. Da aber in ihnen die Abweichung schon bestand, so muß es fraglich bleiben, ob sie nicht schon lange vorher entstanden war. Das wird sich nur durch eingehende Untersuchung der Chromosomenzahlen in den Zellen des Vegetationspunktes entscheiden lassen. Immerhin muß es als wahrscheinlich gelten, daß in den Zellen der Vegetationspunkte selbst durchaus die Konstanz der diploiden Normalzahl gewahrt bleibt, da sonst die absolute Konstanz der haploiden Chromosomenzahl in den Keimzellen kaum erklärlich wäre.

Da die Sprosse der normalen wie der tetraploiden Tomate, deren Kerne ich zu untersuchen hatte, alle Stecklinge waren, die zum Teil seit längerer Zeit durch Stecklingsvermehrung in dauerndem Wachstum erhalten worden waren, so ergab sich eine Hypothese über die Entstehung der Teilungsanomalien als möglich, die auf ihre Zulässigkeit geprüft werden konnte. Die Vegetationspunkte der Stecklingspflanzen werden unverhältnismäßig viel länger in Tätigkeit erhalten als die der normal kultivierten Sämlingspflanzen, die mit dem Ende der Vegetationsperiode und nach dem Fruchten absterben. Die Zahl der Teilungen, die die Zellen der Scheitel eingehen müssen, ist also bei den Stecklingspflanzen, je älter sie werden, um so größer im Vergleich zu der Zahl, die den Vegetationspunkten der einjährig gezogenen Sämlingspflanzen zugemutet wird. Es wäre nicht undenkbar, daß die Vegetationspunkte allmählich »alterten«, und daß die Abweichungen von der normalen Chromosomenzahl Anzeichen für allmählich eintretende Altersentartung seien.

Nun habe ich Sprosse von Solanum lycopersicum seit vielen

Jahren dauernd in vegetativem Wachstum durch immer wiederholte Stecklingsbildung erhalten, ohne daß sich jemals auch nur die geringsten Anzeichen irgendwelcher Degeneration oder Abschwachung der Vegetationskraft gezeigt hatten. Auch ist die haploide Chromosomenzahl 12 durchaus konstant geblieben. Ich habe aber trotzdem zum Vergleich einige junge Sämlinge von Solanum lycopersicum untersucht, die derselben Linie von (König Humbert gelbfrüchtig) angehörten wie die anderen Pflanzen. Es stellte sich heraus, daß schon in der Hauptwurzel der Keimlinge wenige Millimeter hinter dem Vegetationspunkte die Chromosomenzahl 26 auftrat, natürlich sehr erheblich seltener als die Zahl 24. Wenn also bei den Stecklingspflanzen Mitosen mit überzähligen Chromosomen auftreten, so kann das nicht etwa als eine mit der dauernden Stecklingsvermehrung verbundene Degenerationserscheinung gedeutet werden. Sondern es ist ganz offenbar ein im normalen Entwicklungsverlauf regelmäßig sich einstellender Vorgang, der, wie die zahlreichen Angaben über Schwankungen der Chromosomenzahl in den somatischen Geweben der verschiedensten Pflanzen vermuten lassen, ziemlich allgemein verbreitet zu sein scheint.

Besonders wichtig sind hier die neuen Beobachtungen von Stomps (1916, S. 146 ff.) über Schwankungen der diploiden Chromosomenzahl bei verschiedenen Oenothera-Bastarden. Er fand z. B. in den Wurzeln eines Individuums von Oenothera (Lamarckiana × Millersi) Hero neben der typischen Chromosomenzahl 23 nicht selten die Zahlen 22 und 24 (S. 146) und in einer Wurzel von Oenothera (Lamarckiana × atrovirens) Hero neben der Normalzahl 28 die Zahlen 26, 27, 29 und einmal 56 (S. 151). Ähnliche Schwankungen traf er auch bei den anderen von ihm untersuchten Hero-Individuen von Oenothera an, und er bemerkt ganz allgemein (S. 150): »Der Erscheinung, daß innerhalb derselben Pflanze neben einer typischen auch anormale Chromosomenzahlen vorkamen, bin ich bei meinen Studien an Oenotheren noch wiederholt begegnet«. Die Tatsache erscheint ihm so auffallend, daß er darin eine Abweichung vom Normalen glaubt erblicken zu müssen: »Bekanntlich sind«, so sagt er (S. 140), »Kernteilungen in Wurzeln sehr empfindlich fur allerhand schädliche Einflüsse und der normale Verlauf wird

sehr leicht gestört. Die häufig vorkommenden sogenannten syndiploiden Zellen denkt man sich z. B. in dieser Weise entstanden. Es liegt deshalb auf der Hand, in unserem Falle anzunehmen, daß infolge irgendwelcher Ursache gelegentlich ein Chromosom zu dem falschen Pol gezogen wird«. Ich glaube dem gegenüber, daß auch bei den Oenotheren das gelegentliche Vorkommen hyperdiploider und hypodiploider Kerne im Soma etwas durchaus Normales ist, und daß die Annahme, der Körper der Pflanzen bestehe nur aus lauter genau diploiden Zellen, nur deshalb sich festsetzen konnte, weil Zählungen somatischer Mitosen nur in sehr geringem Umfange durchgeführt worden sind.

Übrigens gibt auch Gates (1912, S. 994) für ein Individuum von Oenothera lata an, daß er bei einer Untersuchung der somatischen Kernteilungen im Gewebe des Nucellus in mehr als 50 Zellen die Chromosomenzahl 15, daneben aber 3 mal die Zahlen 14, 2 mal die Zahl 16 und je 1 mal die Zahlen 12 und 20 bis 21 gefunden hat. Er bemerkt, daß »the significance of such variations is not at present clear« (S. 994), scheint seinerseits ihnen aber keine besondere Bedeutung beizulegen. Denn er hält es (S. 999) für wahrscheinlich, daß die heteroploiden Zahlen nicht dauernd bei den weiteren Teilungen vorhanden bleiben, sondern durch Regulationsvorgänge wieder zur normalen Diploidzahl zurückgeführt werden. Stomps (1916, S. 150), dagegen ist der Ansicht, »daß eine abweichende Zahl, wenn einmal hervorgerufen, sich weiterhin konstant erhält, wie es das Gesetz der Zahlenkonstanz verlangt«. Das entspricht auch durchaus meinen Beobachtungen.

Es muß also für Solanum lycopersicum als erwiesen, für andere höhere Pflanzen als wahrscheinlich gelten, daß ihre Körperzellen keineswegs alle genau die diploide Chromosomenzahl in ihren Kernen führen, sondern daß neben normal diploiden Zellen eine ganze Anzahl andrer vorkommt, deren Chromosomenzahl um einige wenige Einheiten erhöht ist. Auf die große Bedeutung dieser Tatsache für die Möglichkeit der Erzeugung heteroploider „Mutanten" werde ich in einem späteren Kapitel zurückkommen. Hier sei zunächst nur festgestellt, daß das Vorhandensein dieser hyperdiploiden Zellen in den regenerierenden Sprossen, an denen die gigas-Formen als Adventivtriebe er-

schienen, die Entstehung der tetraploiden Ausgangszellen dieser Formen nicht zu erklären vermag. Denn die somatischen Zellen der gigas-Formen haben genau die tetraploide Chromosomenzahl, die abweichenden Zellen aber, von denen in diesem Abschnitte die Rede war, haben eine nur ganz wenig größere Chromosomenzahl als die diploide.

b) Das Vorkommen tetraploider Zellen in der normalen Pflanze.

Die im vorigen Abschnitte mitgeteilten Beobachtungen zwingen zu dem Schlusse, daß der Sporophyt von Solanum lycopersicum keineswegs nur aus diploiden Zellen besteht, sondern zu einem nicht zu vernachlässigenden Teile aus Zellen, deren Chromosomenzahl etwas höher ist als die normale Diploidzahl beträgt. Führt schon das zu einer Auffassung vom Bau des Somas, die, vor allem, wenn das für die Tomate Festgestellte sich auf die anderen höheren Pflanzen verallgemeinern lassen sollte, von der herrschenden etwas abweicht, so war es noch überraschender, daß im Verlaufe der Untersuchung sich das Vorhandensein von Zellen im normalen Pflanzenkörper ergab, deren Chromosomenzahl ein Vielfaches der diploiden darstellte.

Bisher wurden solche polyploide Zellen nur in bestimmten Gewebesystemen von Solanum lycopersicum gefunden, und zwar im Mark, in der Stärkescheide und im Kollenchym des Stengels, und auch in diesen Geweben finden sich die polyploiden Zellen neben diploiden. Das ist besonders auffällig im Mark, in dem oft unmittelbar nebeneinander Zellen von sehr verschiedener Größe liegen, die auch Kerne mit entsprechenden Größenverschiedenheiten besitzen. Das geht anschaulich aus Fig. 15 Tafel IV hervor. Daß die größeren Kerne hyperchromatisch und polyploid sind, läßt sich natürlich nur an günstigen Teilungsstadien beobachten, und solche sind nicht häufig, zumal in den genannten Geweben Teilungen überhaupt selten vor sich gehen, wenn ein bestimmtes ziemlich bald erreichtes Entwicklungsstadium überschritten ist. Doch gelingt es bei einigem Suchen auch bei den im langsamen Winterwachstum begriffenen Objekten, die mir zunächst zu der Untersuchung zur Verfügung standen, eine Anzahl zählbarer Kernplatten zu finden.

Zunächst ist in Fig. 4 Tafel V ein in Teilung begriffener Kern aus dem Mark von Solanum lycopersicum abgebildet, der genau die tetraploide Chromosomenzahl 48 besitzt. Die Teilungsfigur ist in der großen plasmaarmen Zelle einseitig der Zellwand angelagert, was übrigens der Ruhelage des Kernes in den Markzellen entspricht: er liegt fast stets unmittelbar an der Zellwand und nur sehr selten einmal in der Mitte der Zelle. Da die normale diploide Chromosomenzahl der Tomate 24 beträgt, eine Zahl, die (mit den erwähnten geringen Abweichungen nach oben) auch in anderen Zellen des gleichen Präparates vorhanden ist, so muß die Markzelle, in der sich die abgebildete Mitose findet, zweifellos als tetraploid angesehen werden. Es war das übrigens der einzige Fall, in dem sich genau die Zahl 48 fand. Dagegen ließen sich die Zahlen 50, 51 und 52 noch mehrfach mit Sicherheit in sich teilenden Markzellen feststellen.

Fig. 5 Tafel V gibt eine Kollenchymzelle dicht unter der Epidermis der Periklinalchimäre Solanum Koelreuterianum v. 15179 wieder, deren Innenkomponente ebenfalls die Tomate König Humbert gelbfrüchtig ist. Der Kern ist in Teilung begriffen und läßt 102 Chromosomen zählen. Die Kernplatte läßt durch die Anordnung der Chromosomen darauf schließen, daß es sich um zwei eng nebeneinanderliegende Kerne handelt, von denen der eine 50, der andere 52 Chromosomen besitzt. Das wären also zwei tetraploide Kerne, die zusammen eine oktoploide Teilungsfigur bilden. Die genaue oktoploide Chromosomenzahl wäre allerdings 96, aber die Vermehrung um 6 Einheiten fällt durchaus in das Ausmaß der Schwankungen nach oben, die man nach den Beobachtungen an den diploiden Kernen bei oktoploiden erwarten muß. Eine zweite Mitose mit 102 Chromosomen fand sich in einer Markzelle eines anderen Stengels derselben Pflanze; bei ihr war keine Andeutung einer Zusammensetzung aus zwei Teilmitosen erkennbar. Außer diesen beiden genau zählbaren hyperoktoploiden Karyokinesen wurden noch mehrere beobachtet, bei denen nach der Größe der Kernplatte und der ungefähr abzuschätzenden Chromosomenzahl mit großer Wahrscheinlichkeit Oktoploidie vermutet werden konnte.

Das Stadium der Oktoploidie ist aber noch nicht der höchste hyperchromatische Zustand, den die somatischen Kerne der

Tomate in der normalen Pflanze erreichen können. In Fig. 6 Tafel II ist der Kern einer sich teilenden Kollenchymzelle von Solanum Koelreuterianum von 15176 abgebildet, in dem sich 195 Chromosomen zählen ließen. Das entspricht ziemlich genau der sechzehnfachen haploiden Chromosomenzahl (192). Auch diese Mitose läßt andeutungsweise eine Zweiteiligkeit erkennen, die vielleicht darauf beruht, daß zwei unmittelbar nebeneinander liegende oktoploide Kerne sich zu einer Teilungsfigur vereinigt haben.

Ob die Polyploidie sich noch über das Sechzehnfache hinaus steigern kann, vermag ich auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen nicht zu sagen.

Es ist bemerkenswert, daß sich die gigas-Form von Solanum lycopersicum auch hinsichtlich des Vorkommens hyperchromatischer Zellen gerade so verhält wie die Normalform. Für die gigas-Form ist die normale Chromosomenzahl der somatischen Zellen 48. Bis jetzt konnten aber vier Mitosen durchgezählt werden, die ungefähr das Doppelte davon an Chromosomen besaßen: einmal wurden 102, einmal 103, einmal 106 und einmal 100—102 Chromosomen gezählt. Zwei von diesen Zellen stammten aus dem Mark, zwei aus dem Kollenchym des Stengels. Danach ist es sehr wahrscheinlich, daß auch bei der gigas-Form die Polyploidie der Zellen in Mark und Kollenchym nicht selten ist, und daß auch noch höhere Chromosomenzahlen als die oktoploide vorkommen werden. Die weitere Untersuchung muß ergeben, inwieweit diese Vermutung richtig ist.

Die Entstehung des hyperchromatischen Zustandes habe ich noch nicht aufklären können; ich werde daher an anderem Orte auf diesen Punkt, der ja in erster Linie von zytologischem Interesse ist, zurückkommen. Wie ich vermute, beruht die Polyploidie darauf, daß in den betreffenden Zellen nach der Kernteilung die Wandbildung unterbleibt, so daß zweikernige Zellen entstehen, in denen die Kerne sich eng aneinander legen, ohne zunächst im Ruhestadium miteinander zu verschmelzen. Beide Kerne bilden dann eine gemeinsame Teilungsfigur aus, ihre Chromosomen kommen im Stadium der Äquatorialplatte nebeneinander in eine Ebene zu liegen, und die Längshälften der Chromosomen beider Kerne wandern je zu einem Pol, um hier

einen einheitlichen Tochterkern mit je verdoppelter Chromosomenzahl aufzubauen. Da sich das bei jedem Teilungsschritte wiederholen kann, so können aus diploiden Kernen tetraploide, aus tetraploiden oktoploide usw. entstehen. Außer durch andere Beobachtungen und Erwägungen wird diese Vermutung durch die Tatsache gestützt, daß sich gelegentlich in den Geweben mit hyperchromatischen Kernen Zellen mit zwei unmittelbar nebeneinanderliegenden Ruhekernen finden (Fig. 7 Tafel V aus der Stärkescheide von Solanum lycopersicum, Normalform), und durch die schon erwähnte Zweiteiligkeit der Äquatorialplatten bei manchen hyperchromatischen Karyokinesen.

Da Solanum nigrum von Haus aus dreimal so viel Chromosomen besitzt wie Solanum lycopersicum, so ist die Untersuchung des Vorkommens hyperchromatischer Kerne bei dieser Pflanze naturgemäß erheblich schwieriger als bei der Tomate. Ich kann vorerst nur angeben, daß der Nachtschatten sich in dieser Hinsicht sehr wahrscheinlich genau so verhält wie die Tomate. Allerdings wurde bis jetzt nur eine heteroploide Mitose gefunden, die sich genau zählen ließ. Sie hatte 195 Chromosomen und fand sich in der Stärkescheide des Stengels von Solanum tubingense von 15170, dessen Innenkomponente normales Solanum nigrum ist. Die diploide Chromosomenzahl des Nachtschattens beträgt 72, die bei der gigas-Form vorhandene tetraploide 144. Wie die Zahl 195 zustande gekommen ist, muß vorerst unerklärt bleiben.

Die Beobachtungen, über die im vorstehenden berichtet wurde, führen zu der Schlußfolgerung, daß ein Teil der somatischen Zellen bei Solanum lycopersicum nicht die diploide Chromosomenzahl, sondern die tetraploide oder eine noch höhere besitzt. Das ist bisher nur für Solanum lycopersicum sichergestellt, und es erhebt sich zunächst die Frage, ob sich andere Pflanzen ebenso verhalten. Gestützt auf einige vorläufige Beobachtungen an anderen Pflanzen und auf verschiedene Angaben, die sich verstreut in der zytologischen Literatur finden, glaube ich, daß das normale Vorkommen polyploider Zellen im Soma der höheren Pflanzen eine weitverbreitete Erscheinung ist, so sehr diese Annahme der herrschenden Anschauung widerspricht.

Für eine Gewebeart, die allerdings keine dauernde Bedeutung für den Aufbau des Körpers besitzt, nämlich für die Tapetenzellen der Antheren ist es schon länger bekannt, daß ihre Kerne bei vielen Pflanzen polyploid sind. Bonnet (1912) hat kürzlich die einschlägigen Tatsachen zusammengestellt. Die Polyploidie kommt hier stets dadurch zustande, daß diploide Kerne miteinander verschmelzen. Ähnliches mag auch bei solchen Antipodenzellen vorkommen, die längere Zeit hindurch erhalten bleiben, und in denen verschiedentlich Kernvergrößerungen beobachtet worden sind (vgl. Huß 1906). Auch der vielerörterte Befund von Guignard (1884) und Strasburger (1908) über die Vermehrung der Chromosomen in den unteren Embryosackkernen einiger Liliaceen und der entsprechende Befund von Frisendahl (1912) bei Myricaria germanica wären hier zu nennen (vgl. auch Palm 1915, S. 47 ff.).

In allen diesen Fällen handelt es sich aber nicht um Dauergewebe, sondern um Zellen, bei denen die Änderung der Chromosomenzahl keine wesentliche Bedeutung für den Aufbau des Somas aus diploiden Zellen besitzt.

Offenbar aber gibt es auch in der vegetativen Körperregion gewisse Arten von Geweben, bei denen die Zellen mit mehr oder weniger großer Regelmäßigkeit polyploid werden. Wahrscheinlich machen läßt sich das zunächst für die Wurzel.

In den Wurzeln von Hyacinthus orientalis fand Rosen (1894, S. 253) 24 Chromosomen in den somatischen Kernen; in den großen substanzarmen Kernen der Gefäßzellen schien ihm die Zahl aber größer zu sein. Doch teilen diese sich so selten, daß keine sichere Entscheidung möglich war; Rosen hält jedenfalls »Segmentvermehrung« für wahrscheinlich und vergleicht sie mit dem von Guignard am unteren Embryosackkern von Lilium martagon gefundenen Fall. Nun haben später mit moderneren Methoden Mueller (1912, S. 40) bei der Hyacinthe als diploide Chromosomenzahl 16 und Hyde (1909) als haploide Chromosomenzahl 8 gefunden, so daß, wenn nicht Sortenverschiedenheiten zugrunde liegen, Rosens Zahlenangabe nicht aufrecht zu erhalten wäre. Aber seine Beobachtung, daß die Zellen der Gefäßanlagen Kerne mit erhöhter Chromosomenzahl

besitzen, dürfte trotzdem richtig sein, da ähnliche Feststellungen bei anderen Pflanzen später mehrfach gemacht wurden.

So hat Němec (1905, S. 200ff.) bei seinen Regenerationsversuchen an dekapitierten Wurzeln bei Asplenium decussatum und bei Allium cepa stark hyperchromatische Teilungen in den Gefäßanlagen gefunden. »Ihr Auftreten hing von dem Umstande ab, in welcher Entfernung vom Vegetationspunkt der Querschnitt geführt wurde. Sie traten nur auf, wenn derselbe etwa 0,5 bis 1 mm hinter der Initialengruppe geführt wurde, also in einer Zone, wo die betreffenden Zellen schon sehr groß und mit großen Kernen versehen sind. Wenn sich solche Kerne teilen, so entstehen meist hyperchromatische Figuren. Doch verläuft die ganze Teilung normal karyokinetisch« (Němec 1905, S. 220). Aus diesen Angaben erhellt, daß der hyperchromatische Zustand nicht als Folge der Verwundung auftrat, sondern daß die Kerne schon vorher hyperchromatisch waren (vgl. auch Němec 1910, S. 226ff.).

Bei Spinacia oleracea fand Stomps (1910, S. 68ff.) in normalen, in Sägespänen wachsenden Wurzeln Reihen von Zellen, die auffällig groß waren und teils zwei normal große Kerne, teils einen übernormal großen Kern besaßen. Bei der Teilung stellte es sich heraus, daß die großen Kerne 24 Chromosomen hatten, während die normale diploide Chromosomenzahl des Spinats 12 ist. Stomps (S. 72) kommt auf Grund dieser Beobachtung und auf Grund entsprechender Befunde an anderen Pflanzen (worüber er indessen keine näheren Angaben macht) zu der Ansicht: »Misschien is dus het optreden van syndiploide cellen in wortels een verschijnsel van meer algemeenen aard«.

Endlich sei noch eine Beobachtung von Strasburger an Pisum sativum angeführt. »Beim Studium nicht chloralisierter Vergleichswurzeln der Erbse fiel es auf, daß auch in diesen, wenn auch nur vereinzelt, syndiploide Zellen, bzw. Zellenreihen vorkommen können. Meist trifft man diese Erscheinung in den äußersten Zellschichten der Wurzelspitze an, doch sind sie auch in deren Innern nicht ganz ausgeschlossen. Die untersuchten Wurzeln waren im Gewächshaus in feuchten Sägespänen erzogen worden. Welche störenden Einflüsse, Verwundung durch kleine Tiere oder dergleichen mehr, die Bildung von syndi-

ploiden Kernen im Einzelfall veranlaßten, muß ich dahingestellt lassen« (Strasburger 1907b, S. 491).

Die Bemerkung, die Strasburger an seine Beobachtung knüpft, ist ungemein charakteristisch. Sie zeigt, daß die Überzeugung, es könnten im normalen Soma nur diploide Zellen vorkommen, geradezu zu einem Dogma geworden ist, unter dessen Einflusse der beste Kenner der pflanzlichen Zytologie ohne weiteres und ohne eine andere Möglichkeit überhaupt in Betracht zu ziehen, meint, das von ihm beobachtete Vorkommen tetraploider Zellen müsse etwas Pathologisches sein.

Bei manchen Pflanzen sind die großen Pleromzellen der Wurzel, die später die Gefäßglieder liefern, nicht mit tetraploiden oder polyploiden Kernen ausgestattet, sondern sie sind zwei- bis vielkernig. Das fanden zuerst Pirotta und Buscalioni (1898) in den Wurzeln von Dioscoreaceen, und Smolak (1904) in den Wurzeln von Euphorbiaceen. Letztere hat auch Němec (1910, S. 120ff.) genau untersucht. Endlich gibt Lundegårdh (1914, S. 179) für Vicia faba an, daß in normalen Wurzeln vereinzelte zweikernige Zellen vorkommen. Die Kerne in diesen Zellen können, wie für die Euphorbiaceen nachgewiesen ist, miteinander verschmelzen und dann bei der weiteren Teilung die tetraploide Chromosomenzahl aufweisen.

Solche zwei- und mehrkernige Zellen kommen auch in den Stengelteilen vor. Schon Schmitz (1879, S. 373), Johow (1880, S. 42) und Treub (1880, S. 44) haben zweikernige Zellen gefunden, Schmitz in älteren Parenchymzellen von Glyceria aquatica und Taraxacum officinale, Johow in Blattzellen von verschiedenen Allium-Arten, Treub in den großen Zellen des Parenchyms von Cereus multiangularis und im Mark von Ochrosia coccinea. Regelmäßig vielkernig sind bei zahlreichen Pflanzen die Bastfasern und Milchröhren (Treub 1880, Kallen 1882, Haberlandt 1887, S. 127). Bei Anthurium stellte Samuels (1913) die interessante Tatsache fest, daß die Raphidenzellen dadurch tetraploid werden, daß »la paroi d'une cellule avoisinante, mais plus interne, disparait, tandis que le protoplasma et le noyau se fusionnent« (p. 1276). Lodewijks (1908, S. 85) fand zweikernige Zellen im Stengelkallus von Oenothera Lamarckiana.

Bei genauer Durchsicht der umfangreichen zytologischen Literatur würden sich diese Angaben über das vereinzelte Vorkommen tetraploider Kerne oder zweikerniger Zellen bei den höheren Pflanzen wohl sicher noch erheblich vermehren lassen. Doch genügen die angeführten Beispiele schon, um die Vermutung begründet erscheinen zu lassen, daß Solanum lycopersicum nicht die einzige Pflanze ist, in deren Soma ganze Gewebesysteme mit polyploiden Kernen vorhanden sind. Diese Vermutung wird besonders durch zwei neuerdings in kurzen Vorberichten erschienene Untersuchungen von Beer und Arber (1915) und von Prankerd (1915) gestützt, die ich im Original noch nicht habe einsehen können und nur aus Berichten im Botanischen Centralblatt (Bd. 131, 1916, S. 355 und 391) kenne. Beer und Arber kommen auf Grund der Untersuchung von 76 Pflanzen (zumeist Angiospermen, aber auch Equisetum und Araucaria) zu dem Schlusse, daß im Rinden- und Markparenchym der Stämme sich oft als normales Entwicklungsstadium zwischen den meristematischen und den fertigen Zustand eine Phase einschiebt, in der jede Zelle mehr als einen Kern enthält. Dies Stadium kann länger andauern, aber auch so rasch vorübergehen, daß es leicht übersehen werden kann. Später sind die Zellen wieder einkernig, vermutlich infolge Verschmelzung der in einer Zelle enthaltenen Einzelkerne. Ganz ähnlich sind die Befunde von Prankerd, der 36 verschiedene Arten von Farnen und Angiospermen untersucht hat. Am häufigsten finden sich nach ihm die mehrkernigen Zellen im Mark und ganz allgemein besonders an Stellen lebhaften Längenwachstums.

Wenn sich aus diesen vorläufigen Angaben auch nichts über die Chromosomenverhältnisse entnehmen läßt und vor allem der Übergang von der Mehrkernigkeit wieder zur Einkernigkeit noch nicht genau klargelegt ist, so sind sie doch ein Hinweis darauf, daß auch bei anderen Pflanzen aus den verschiedensten Verwandtschaftskreisen Polyploidie im Soma verbreitet ist[1].

Nun liegen ja allerding sehr zahlreiche Angaben vor, nach

[1]) In einer soeben erschienenen Arbeit teilt Schürhoff (1916) mit, daß in der Sproßspitze von Asparagus officinalis regelmäßig Kernverschmelzungen in den Zellen der jungen Gefäßbündelanlagen stattfinden, wodurch Riesenkerne in entsprechend großen Zellen entstehen.

denen die somatische Chromosomenzahl bei höheren Pflanzen genau das Doppelte der haploiden betragen soll. Aber wohl keine einzige dieser Angaben beruht auf einem genauen alle Gewebesysteme und alle Altersstadien der Pflanze umfassenden Studium der somatischen Karyokinesen. Vielen liegt überhaupt nichts anderes als die Multiplikation der haploiden Chromosomenzahl mit zwei zugrunde. In den allermeisten anderen Fällen aber, wo wirkliche Zählungen somatischer Mitosen durchgeführt worden sind, wurde dazu embryonales oder ganz jugendliches Gewebe benutzt. Gewöhnlich das Nucellusgewebe der Samenknospen oder andere Teile der sich entwickelnden Blüte, da eben diese Gewebe in denselben Präparaten Teilungsansichten darboten, in denen die Chromosomenzahlen der Keimzellen untersucht wurden. Abgesehen von den Blütenteilen, sind dann mit besonderer Vorliebe Wurzeln untersucht worden, aber auch in diesen naturgemäß die embryonalen Gewebe, in denen Teilungen am häufigsten vorkommen. Gerade diejenigen Forscher, die sich das Studium der somatischen Kernteilung zur besonderen Aufgabe gemacht haben, haben dazu fast ausschließlich Wurzeln benutzt (vgl. als Typus einer solchen Arbeit z. B. die Untersuchung von Franck 1911 über die somatische Kern- und Zellteilung beim Zuckerrohr). Sowie aber beim Studium der Wurzel auch ältere Regionen, in denen Teilungen nur noch vereinzelt vorkommen, berücksichtigt worden sind, vermehren sich die Angaben über hyperchromatische Mitosen, wie die oben angeführten Stellen beweisen.

Es ist natürlich ohne weiteres klar, warum fast ausschließlich die Blütenknospen und Wurzelspitzen für die Feststellung der somatischen Chromosomenzahlen benutzt worden sind. Hier sind eben die Teilungen am häufigsten, und hier werden sich also am ehesten Bilder finden lassen, die eine genaue Chromosomenzählung ermöglichen. In den älteren Geweben dagegen sind Teilungen nur noch vereinzelt zu finden, und man muß daher einigermaßen suchen, bis man einmal eine genau zählbare Mitose findet.

Wie die über Solanum lycopersicum mitgeteilten Tatsachen aber zeigen, lassen Chromosomenzählungen an embryonalem Gewebe den bündigen Schluß auf das wirkliche Vorhandensein

der gefundenen Chromosomenzahlen eben nur für das embryonale Gewebe selbst zu. Wir haben keine Anhaltspunkte dafür, ob sie bei der endgültigen Ausgestaltung der Gewebe erhalten bleiben, wissen z. B. für das Palissadenparenchym durchaus nicht, ob seine Zellen die diploide Chromosomenzahl oder eine polyploide besitzen. Gewiß ist es wahrscheinlich, daß sie die diploide Chromosomenzahl besitzen, aber erwiesen ist es nicht, und so lange nicht für jede einzelne Gewebeart im embryonalen und im fertigen Zustande durch genaue Zählungen die tatsächlich vorhandene Chromosomenzahl sichergestellt ist, müssen unsre Kenntnisse über die Chromosomenzahlen der somatischen Zellen des Pflanzenkörpers als äußerst ungenügend begründet gelten.

Wir können es als wahrscheinlich ansehen, daß die Mehrzahl der Gewebezellen die diploide Chromosomenzahl haben, müssen aber mit der Möglichkeit rechnen, daß daneben ganze Gewebearten und Zellenzüge vorhanden sind, deren Kerne tetraploid sind oder eine noch höhere Chromosomenzahl besitzen. Diese zunächst befremdende Auffassung vom Bau des Somas wird verständlich, wenn man sich an die Beziehungen zwischen Chromosomenzahl und Zellgröße erinnert.

Ich habe früher (Winkler 1906, S. 269) die Ansicht ausgesprochen, daß die Bedeutung der Konstanz der Chromosomenzahl — abgesehen von ihrer Wichtigkeit in vererbungtheoretischer Hinsicht — darin liegt, daß durch sie die Konstanz der spezifischen Zellengröße für die Art gesichert wird. In einer bekannten Abhandlung hat zuerst Sachs (1893) darauf hingewiesen, daß für jeden Organismus die spezifische Zellengröße von der größten Wichtigkeit ist. Soll die Entwicklung normal verlaufen, so darf die Zellengröße nicht unter ein gewisses Mindestmaß herabsinken und ein gewisses Höchstmaß nicht überschreiten. Wenn es aber von so großer Wichtigkeit ist, daß die spezifische Zellengröße weder unterschritten noch überschritten wird, dann muß etwas vorhanden sein, das ihr dauerndes Bestehenbleiben durch die Generationen hindurch gewährleistet. Das aber ist die Chromosomenzahl.

Versuche und Beobachtungen von Gerassimoff, Boveri, R. Hertwig und anderen haben erwiesen, daß die Zellgröße unmittelbar von der Chromosomenzahl abhängig ist, und die in

dieser Arbeit beschriebenen gigas-Formen von Solanum liefern einen neuen Beweis dafür: denn bei ihnen ist mit der Verdoppelung der Chromosomenzahl eine dauernde Veränderung der spezifischen Zellengröße verknüpft[1]. Andrerseits wissen wir, daß die Chromosomen stets in ganz bestimmter Anzahl von einer Generation an die andere weiter gegeben werden. Das aber muß eben zur Folge haben, daß die spezifische Zellgröße der Art beibehalten wird, und es scheint mir einleuchtend zu sein, daß die Wichtigkeit einer spezifischen Zellengröße einerseits und die Abhängigkeit der Zellengröße von der Chromosomenzahl andrerseits allein schon die Konstanz der Chromosomenzahl verständlich machen.

Wenn somit der Umstand, daß die Organismen durch die Generationen hindurch die gleiche Chromosomenzahl beibehalten, es gewährleistet, daß die gleiche mittlere Zellengröße, so wie sie sich als vorteilhaft erwiesen hat, dauernd beibehalten wird, so hat er doch den Nachteil, daß, falls sich beim Aufbau des Körpers das Bedürfnis nach größeren Zellen herausstellt, diesem Bedürfnis nicht unmittelbar entsprochen werden kann. Denn mit dem vorhandenen diploiden Chromosomensatz ist eine gewisse Maximalgröße nicht überschreitbar.

Nun ist aber das Bedürfnis nach größeren Zellen im Pflanzenkörper vorhanden, und es wird in verschiedener Weise mit der Fixierung der Zellgröße durch die konstante Chromosomenzahl in Einklang gebracht. Einmal durch Fusion normal diploider Zellen wie z. B. bei den gegliederten Milchröhren; ferner durch Vielkernigwerden, wie z. B. bei den Bastzellen, den ungegliederten

[1]) Natürlich ist mit spezifischer Zellgröße stets der mittlere Wert gemeint, um den herum im einzelnen zahlreiche und erhebliche Schwankungen möglich sind. Sierp (1913) hat nachdrücklich darauf hingewiesen, daß auch bei ein- und derselben Pflanze die Zellengröße eines bestimmten Gewebes nicht konstant zu sein braucht, und Paulmann (1914) weist im einzelnen nach, daß am gleichen Blatt die Zellgröße in den verschiedenen Regionen verschieden sein kann. Das ist gewiß richtig und mahnt zur Vorsicht bei Vergleichungen. Aber Sierp geht in der Skepsis entschieden zu weit, wenn er im Hinblick auf die Angaben von Gregory und Keeble über das Vorkommen größerer Zellen bei den Riesenformen von Primula sagt (1913, S. 68): »Auch zwei gegenübergestellte Zeichnungen korrespondierender Gewebe zweier Sippen besagen nicht viel, oft dann nicht einmal, wenn genau entsprechende Zellen gegenübergestellt werden, denn es kann die mittlere Zellgröße von Stelle zu Stelle oft erheblich sich ändern.«

Milchröhren, den weitlumigen Gefäßen u. a. In beiden Fällen entstehen große Zellen mit zahlreichen gleichmäßig durch das Plasma verteilten Kernen, und es ist ohne weiteres begreiflich, daß das besonders bei sehr langgestreckten Elementen vorkommt. Wenn es sich aber um Zellen handelt, die nicht übermäßig langgestreckt werden, sondern isodiametrisch oder kurz prosenchymatisch bleiben, aber doch über das spezifische Normalmaß hinaus vergrößert werden sollen, so scheint es vorteilhafter zu sein, wenn sie einkernig bleiben, aber einen vergrößerten Kern mit vermehrter Chromosomenzahl erhalten. Wie die Chromosomenvermehrung erreicht wird, muß von Fall zu Fall untersucht werden. Meist wohl durch Kernteilung ohne nachfolgende Zellteilung und Verschmelzung der beiden so in eine Zelle geratenen Kerne. Doch zeigt die Beobachtung von Samuels (1913) an den Raphidenzellen von Anthurium, daß sogar Kernverschmelzungen zwischen Nachbarzellen im normalen Verlaufe der Entwicklung vorkommen können. Je nach Bedarf können sich natürlich die Vorgänge, die zur Chromosomenverdopplung führen, wiederholen, so daß nicht nur tetraploide, sondern auch oktoploide und noch höherchromosomige Kerne zustande kommen. Es ist selbstverständlich, daß solche Kernvergrößerungen die für die Spezies unerläßliche Fixierung der spezifischen Zellengröße nicht beinträchtigen, da sie stets nur in Zellen stattfinden, die das embryonale Stadium längst überschritten haben, die keine Abkömmlinge mehr liefern, und die infolgedessen stets außerhalb der Keimbahn liegen. In embryonalen Geweben, deren Elemente ja im wesentlichen alle gleich groß und isodiametrisch sind, liegt irgendeine Veranlassung, hyperchromatische Kerne zu bilden, im normalen Verlauf der Dinge nicht vor. Und da die Keimzellen immer unmittelbar aus embryonalem Gewebe entstehen, werden sie immer die typische Chromosomenzahl erhalten und sie der nächsten Generation übermitteln können. Es ist aber, da die Pflanzen mit Vegetationspunkten wachsen und diese ihrem Wesen nach immer embryonal bleiben müssen, dadurch auch bei andauernd vegetativer Vermehrung die Konstanz der Chromosomenzahl gewährleistet.

Wir kommen so zu der Auffassung, daß das regelmäßige

Vorkommen polyploider Zellen im Soma der höheren Pflanzen den Gesetzen von der Konstanz der Chromosomenzahl keineswegs widerspricht, daß es vielmehr geradezu erwartet werden muß angesichts der Bedeutung der Chromosomenzahl für die Zellengröße.

Manche Angaben lassen übrigens darauf schließen, daß auch im Soma gewisser Tiere heteroploide Zellen vorhanden sind. So z. B. bei der Biene und bei solitären Apiden. Nachtsheim (1913, S. 213) bemerkt, es sei »sicher, daß bei der Honigbiene die Chromosomenzahl sehr variabel ist, . . . bei aller Variabilität aber ist die Chromosomenzahl doch insofern konstant, als sie immer acht oder ein Vielfaches dieser Zahl beträgt«. Spermatozoon und Ei haben je acht Chromosomen; bei der parthenogenetischen Furchung des Eies, die eine Drohne liefert, vermehrt sich die Chromosomenzahl zunächst auf 16, und während der Embryonalentwicklung tritt eine weitere Vermehrung auf 32 und 64 ein. Das befruchtete Ei, aus dem eine weibliche Biene hervorgeht, hat zunächst 16 Chromosomen, die sich bei der ersten Furchungsteilung auf 32 vermehren und später auf 64. Nachtsheim erklärt das mit der Annahme, daß die Chromosomen der Keimzellen Sammelchromosomen seien, die in den somatischen Zellen in geringerwertige Elemente zerfielen.

Ganz ähnlich verhalten sich die solitären Apiden. Armbruster, der die Mauerbiene Osmia cornuta untersuchte, nimmt an (1913, S. 297), »daß die acht Chromosomen des Männchens und die 16 Chromosomen des Weibchens, die in die Furchungskerne eintreten, sich aus nicht näher bekannten Ursachen vermehren, bis in der weiblichen Keimbahn 32, in der männlichen 16 und im Soma bei beiden eine höhere Zahl, wahrscheinlich 64 Chromosomen vorhanden sind«. Die Erklärung durch Zerfall von Sammelchromosomen lehnt er ab, und er deutet an, daß ein analoges Schwanken der Chromosomenzahl zwischen den verschiedenen Vielfachen einer bestimmten Grundzahl z. B. auch bei Ameisen, vielleicht auch bei Blattwespen zu beobachten ist.

Für welche Gewebesysteme oder Einzelzellen im Verlaufe der Ontogenese Polyploidie erforderlich wird, muß natürlich erst von Fall zu Fall festgestellt werden. Bei Solanum lyco-

persicum ist es bis jetzt erwiesen für das Kollenchym, die Stärkescheide und das Mark. Im Mark finden sich sicher polyploide und diploide Zellen nebeneinander; ob im fertig ausgebildeten Kollenchym und in der Stärkescheide alle Zellen polyploid sind, ist noch ungewiß. Auch lassen sich darüber, welche Vorteile der Besitz hyperchromatischer Kerne für die genannten Zellen hat, nur Vermutungen anstellen[1].

Das Vorkommen polyploider Kerne im Soma mußte mit einiger Ausführlichkeit besprochen werden, da es für die Problemstellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, von der größten Wichtigkeit ist. Wenn es sich darum handelt, Formen mit abweichenden Chromosomenzahlen aus somatischen Zellen herzustellen, so muß zuerst natürlich die Chromosomenzahl der Ausgangszelle bekannt sein. Auf die Möglichkeiten, die sich aus dem Vorhandensein heteroploider Zellen im Pflanzenkörper für die Erzeugung heteroploider Formen ergeben, werde ich in einem späteren Kapitel zu sprechen kommen. Hier muß nun noch die Frage erörtert werden, ob etwa die Entstehung der gigas-Formen von Solanum nigrum und Solanum lycopersicum, die als Adventivsprosse an meinen Pfropfungen aufgetreten sind, darauf zurückzuführen sein kann, daß solche tetraploide Gewebeelemente das Material für den Aufbau der adventiven Vegetationspunkte lieferten.

Mit voller Sicherheit läßt sich diese Frage nicht beantworten, da man die Adventivsprosse nicht in statu nascendi auf ihre Chromosomenzahl zu untersuchen in der Lage ist, und es dem fertigen Adventivsproß nicht angesehen werden kann, aus welchen

[1]) Vielleicht hängt in den Zellen der Stärkescheide die Polyploidie indirekt mit der Geoperception zusammen. Nach Haberlandt (1909, S. 548) sind die als Statolithen wirkenden Stärkekörner der Stärkescheidezellen »in der Regel ansehnlich größer als die Stärkekörner des Markes und der Rinde«. Da, wie wir gesehen haben (vgl. S. 462), tetraploide Zellen größere Chromatophoren führen als diploide, so beruht die Fähigkeit der Stärkescheidenzellen, besonders große Stärkekörner zu erzeugen, vielleicht auf der durch die Tetraploidie des Kerns bewirkten Vergrößerung der Chromatophoren. Jedenfalls zeigt diese Überlegung, daß mit dem Tetraploidwerden auch andere Vorteile als Zellvergrößerung verbunden sein können, was für die Beurteilung derjenigen Fälle im Auge behalten werden muß, wo die Zelle erst zu einem Zeitpunkt tetraploid wird, zu dem sie längst im festen Gewebeverbande ist und sich auch nachträglich nicht mehr vergrößern kann.

Gewebselementen des Muttersprosses er entstanden ist. Wir sind also auf indirekte Schlußfolgerungen angewiesen.

Die tetraploiden gigas-Formen sind entstanden als Adventivsprosse aus regenerierendem Stengelgewebe. Die Kernverhältnisse in diesem Stengelgewebe müssen nach dem in diesem Kapitel erörterten die folgenden gewesen sein: die Mehrzahl der Zellen besaß die diploide Chromosomenzahl 24 oder 72. Das wird vor allem ausnahmslos für die Zellen des Kambiums gelten als den einzigen meristematischen Elementen des Stengels. Daneben werden in geringerer Anzahl im Rindenparenchym und im Mark Zellen vorhanden gewesen sein, die eine um wenige Einheiten erhöhte Chromosomenzahl (26, 27 oder 74, 75, 76) besaßen. Endlich müssen noch im Mark, in der Stärkescheide und im Kollenchym mehrere Zellen dagewesen sein mit der tetraploiden, der oktoploiden oder einer noch höheren Chromosomenzahl, und unter diesen werden sich wieder solche befunden haben, bei denen die Chromosomenzahl nicht genau ein Mehrfaches der diploiden betrug, sondern um etliche Einheiten erhöht war (48 bis etwa 54 oder 144 bis etwa 160).

Wenn also die drei tetraploiden Sprosse aus je einer im Stengel schon vor dem Pfropfen vorhandenen tetraploiden Zelle hervorgegangen sind, dann müßte das eine Zelle aus dem Mark, der Stärkescheide oder dem Kollenchym gewesen sein, die ganz genau je die tetraploide Chromosomenzahl in ihrem Kerne führte. Denn die reduzierte Chromosomenzahl der gigas-Formen entspricht ja ganz genau der diploiden der Normalformen.

Da nun genau tetraploide Kerne in den genannten Gewebeformen vorkommen, wie im V. Kapitel gezeigt wurde (vgl. S. 450), so ist diese Entstehungsweise der Adventivsprosse nicht ausgegeschlossen. Freilich muß hervorgehoben werden, daß gerade das Mark, die Stärkescheide und das Kollenchym neben der Epidermis diejenigen Gewebesysteme des Stengels sind, die sich am wenigsten an der Kallusbildung und an der Regeneration beteiligen. Andrerseits wissen wir aber, daß alle Gewebearten an sich zur Kallusbildung befähigt sind und damit auch, bei Pflanzen, die überhaupt Adventivsprosse bilden können, zur Adventivsproßbildung (Simon 1908). Allerdings ist die Befähigung dazu ungleich groß, und es ist verständlich, daß Kallus-

und Sproßbildung vor allem von dem Kambium ausgehen. Von ihm und dem Kallusgewebe, das aus ihm entsteht, gehen korrelative Hemmungen aus, die eine stärkere Entwicklung von Mark- und Rindenkallus und die Entstehung von Sprossen an ihm verhindern. Erst nach Ausschaltung dieser Hemmungsreize gelang es Simon (1908, S. 380 ff.) bei Populus canadensis und Populus nigra, auch den Mark- und den Rindenkallus zur Sproßbildung zu veranlassen.

Auch die Solanum-Arten verhalten sich bei der Regeneration ähnlich. Zunächst und vor allem entsteht Kallus aus dem Kambium. Aber auch die anderen Gewebe beteiligen sich allmählich daran, und besonders an dem Kallus der Pfropfungen, bei denen die Gewebe sowieso durcheinander gebracht werden, und an denen die entstehenden Adventivsprosse nach und nach immer wieder entfernt werden, ist es unmöglich, nachträglich die Abstammung der einzelnen Kallusteile festzustellen. Allerdings zeigen entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, daß das Kollenchym sich wohl überhaupt nicht am Aufbau des Kallus beteiligt, da seine der Wundfläche benachbarten Zellen in der Regel absterben oder, wenn sie lebend bleiben, sich nicht teilen oder nur einige Korkzellen liefern. Aber die Elemente des Markes und auch die der Stärkescheide mögen wohl gelegentlich mit zum Aufbau des Kallus herangezogen werden, und so bleibt die Möglichkeit bestehen, daß Abkömmlinge solcher Zellen sich auch an der Bildung von adventiven Vegetationspunkten beteiligen.

Aber wenn auch die Möglichkeit vorliegt, wahrscheinlich ist es nicht, daß als Ausgangszellen für die gigas-Adventivsprosse tetraploide Mark- oder Stärkescheidezellen in Betracht kommen. Und zwar nicht allein wegen der an sich geringen Beteiligung dieser Gewebeelemente am Aufbau des Kallus, sondern auch aus anderen Gründen.

Ich habe schon erwähnt, daß von den tetraploiden Karyokinesen, deren Chromosomen genau gezählt werden konnten, nur eine einzige sich befand, die genau die tetraploide Chromosomenzahl 48 besaß. Bei allen anderen war die Zahl um einige Einheiten erhöht. Es scheint demnach, als ob die Vorgänge, die zum Eintritt der Polyploidie führen, gleichzeitig die Ent-

stehung einzelner überzähliger Chromosomen begünstigen. Jedenfalls lassen die bisher vorliegenden Zählungen vermuten, daß unter den polyploiden Zellen solche, die ganz genau die tetraploide Chromosomenzahl besitzen, die Minderheit bilden; die meisten sind hypertetraploid. Damit aber verringert sich erheblich die Wahrscheinlichkeit, daß sie als Ausgangszellen für die bis jetzt erzeugten gigas-Formen in Betracht kommen. Denn diese müssen alle drei ganz genau die tetraploide Chromosomenzahl gehabt haben.

Wichtiger ist ein andrer Grund. Wenn normalerweise im Körper vorhandene tetraploide Zellen sich im vorliegenden Falle an der Regeneration beteiligt hätten, dann wäre zu erwarten, daß sie das gelegentlich auch dann täten, wenn nichtgepfropfte Stengel regenerieren. Das ist aber, soweit meine Erfahrungen reichen, nie der Fall. Und meine Erfahrungen über diesen Punkt sind sehr ausgedehnt, da ich besonders mit Solanum nigrum sehr viel Regenerationsversuche gemacht und seit 10 Jahren Tausende von Adventivsprossen an Stengeln und Blättern, sowohl bei dem Nachtschatten wie bei der Tomate, beobachtet habe. Alle ohne Ausnahme waren durchaus normal. Beim gewöhnlichen Ablauf der Vorgänge, die zur Adventivsproßbildung führen, beteiligen sich also die polyploiden Zellen offenbar nicht am Aufbau der adventiven Vegetationspunkte.

Daraus geht natürlich nun nicht etwa hervor, daß sie nicht dazu fähig seien. Es muß im Gegenteil als sehr wahrscheinlich angesehen werden, daß auch diese Zellen noch volle Regenerationsfähigkeit besitzen, und ich werde auf die Möglichkeit, aus ihnen heteroploide Formen zu erzeugen, in einem folgenden Kapitel noch eingehen. Aber es müssen offenbar ganz besondre Bedingungen verwirklicht sein, damit sie ihre Regenerationsfähigkeit entfalten können. Es ist nicht ausgeschlossen, daß durch die Vorgänge bei der Pfropfung und der durch die Verwachsungsgrenze hindurchgehenden Dekapitierung diese Bedingungen gegeben sind. Die Kallusbildung ist vor allem bei den heterogenen Pfropfungen entschieden stärker als bei einfach querdurchschnittenen Stengeln, und besonders das Markgewebe ist bei der von mir immer angewendeten Keilpfropfung für die Verwachsung von Wichtigkeit.

Auf alle Fälle weist die Beobachtung, daß — bis jetzt wenigstens — tetraploide Sprosse nur an Pfropfungen, nicht aber an ungepfropften regenerierenden Stengeln aufgetreten sind, darauf hin, daß die Pfropfung irgendwie an der Entstehung der gigas-Formen beteiligt ist. Das könnte sie aber nicht nur dadurch, daß durch sie in der eben angedeuteten Weise Zellen, die sonst unbeteiligt bleiben, mit zur Regeneration herangezogen werden, sondern auch noch dadurch, daß durch sie eine Zell- oder Kernverschmelzung bewirkt würde. Diese Möglichkeit soll im folgenden Abschnitt besprochen werden.

3.

Nachdem Miehe (1901) gefunden hatte, daß die Kerne junger Zellen von verschiedenen Monokotyledonen durch mechanische Einflüsse veranlaßt werden können, durch die Membran hindurch in benachbarte Zellen einzudringen, ist die gleiche Erscheinung verschiedentlich auch bei anderen Pflanzen beobachtet worden. Was bis 1910 bekannt darüber war, ist bei Schweidler (1910) und bei Němec (1910) zusammengestellt. Wichtig sind vor allem die Untersuchungen von Němec, da es diesem Forscher gelang, zu zeigen, daß die übergetretenen Kerne mit den Kernen der befallenen Zellen verschmelzen können; so in der verwundeten Koleoptile von Zea mais (Němec 1904a, S. 9) und in gequetschten Wurzeln von Pisum sativum (Němec 1910, S. 234ff.). Von solchen durch traumatogene Kernübertritte mehrkernig gewordenen Zellen gilt also offenbar die von Strasburger (1907a, S. 120) formulierte Regel: »Während in Zellen, die ihrer Eigenart nach mehr als einen Kern führen, so den vielkernigen Zellen der unteren Abteilungen der Algen und Pilze, ferner auch den Milchröhren der höchst organisierten Gewächse, die Kerne sich dauernd gesondert zu halten pflegen, neigen sie zur Verschmelzung in solchen Zellen, die normalerweise auf nur einen Kern eingerichtet sind, denen aber aus irgendwelcher Veranlassung mehrere Kerne zufielen.«

Die so entstandenen Zellen mit hyperchromatischen Kernen sind durchaus lebens- und entwicklungsfähig. Ihre Kerne teilen sich, wie Němec für die Wurzeln von Pisum sativum nachwies, karyokinetisch und zwar mit erhöhter Chromosomenzahl. Sie

verhalten sich also genau so wie die Kerne apogamer Farnprothallien, die ebenfalls durch Kernübertritte mit nachfolgender Kernverschmelzung eine Verdoppelung der Chromosomenzahl erfahren; nur sind im letzteren Falle die Kernübertritte nicht durch mechanische Eingriffe bewirkt, sondern in den normalen Entwickelungsgang der Pflanze eingeschaltet.

Daß solche Kernverschmelzungen, seien sie durch Kernübertritte, seien sie durch Zellverschmelzungen bedingt, zur Entstehung von Pfropfbastarden führen könnten, ist eine Annahme, die, seit sie zum ersten Male von A. Braun (1850, S. 12) ausgesprochen wurde, oft erörtert worden ist. Seit es sich herausgestellt hat, daß die meisten der bisher beschriebenen Pfropfbastarde zur Kategorie der Periklinalchimären gehören, wird die Hypothese nur noch für das von mir hergestellte Solanum Darwinianum aufrecht erhalten (vgl. Winkler 1910, S. 117)[1].

Angesichts der Entstehung von tetraploiden Formen als Adventivsprossen an Pfropfungen muß nun aber mit der Mög-

[1]) Baur hat neuerdings in der 2. Auflage seiner »Einführung in die experimentelle Vererbungslehre« (1914, S. 261) die Hypothese aufgestellt, das Solanum Darwinianum sei »eine Periklinalchimäre mit Solanum nigrum als Epidermis, Solanum lycopersicum in der subepidermalen Schicht und mit Solanum nigrum in den anschließenden inneren Schichten. Die gefundene Chromosomenzahl 24 ist dann die diploide Chromosomenzahl von Solanum lycopersicum und die Reduktionsteilung unterbleibt nach dieser Deutung in den Tomatenpollenmutterzellen, welche in dieser Chimäre beiderseits von Nachtschattengewebe umschlossen sind, oder sie erfolgt erst auf ungewohnt späten Entwickelungsstadien«. Baur hat das Solanum Darwinianum nie gesehen, geschweige denn es jemals untersucht. Was ihn dazu veranlaßt hat, in einem Buche, in dem er uns Anderen den trefflichen Rat gibt (S. 329), »viel mehr Experimentieren und weniger Theoretisieren ist die Parole für die nächste Zeit«, diese Hypothese aufzustellen, mag unerörtert bleiben. Die Hypothese ist natürlich falsch. Ich würde auf sie nicht eingehen, wenn sie nicht auch von Tischler (1915, S. 214) als mögliche Deutung angeführt würde. Sie wäre aber nur dann möglich, wenn die Chromosomenzahl 24 in den Keimzellen des Solanum Darwinianum nicht die reduzierte wäre. Nun habe ich aber ausdrücklich angegeben (vgl. Winkler 1910, S. 117), daß sie die reduzierte ist. In der Tat findet sich auch in den subepidermalen somatischen Zellen der Pflanze die Chromosomenzahl 48. Auch ohne diese Feststellung aber ergibt sich schon aus der Untersuchung der Keimzellen allein mit voller Sicherheit, daß die in ihnen vorgefundenen Mitosen mit 24 Chromosomen Reduktionsteilungen darstellen. Denn es ist auch bei der Tomate unmöglich, meiotische und somatische Karyokinesen miteinander zu verwechseln, wovon ein Blick auf die dieser Arbeit beigegebenen Tafeln überzeugen wird. — Die von Baur vermutete Periklinalchimäre ist seit 1910 in meinen fortgesetzten Pfropfbastardierungs-

lichkeit von Kernverschmelzungen auch zur Erklärung dieses Falles gerechnet werden. Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Ausgangszellen der gigas-Formen dadurch tetraploid wurden, daß zwei diploide Kerne benachbarter Zellen miteinander verschmelzen.

Es ist selbstverständlich, daß sich ein bündiger Beweis dafür nicht liefern läßt; das liegt in der Natur der Sache. Auch den Nachweis, daß bei der Methode, die ich bei meinen Versuchen befolgte, wirklich Kernübertritte erfolgen, kann ich nicht führen. Strasburger (1909) hat seinerzeit Pfropfungen von Solanum nigrum auf Solanum lycopersicum, die nach meinen Angaben hergestellt und weiter behandelt wurden, auf Kernübertritte untersucht und keine gefunden, woraus er den durchaus unzulässigen Schluß zog, daß Kernverschmelzungen zwischen Reis und Unterlage allgemein nicht vorkämen. Diese Schlußfolgerung ist um so unzulässiger, als Strasburger bei seinen Untersuchungen von ganz falschen Voraussetzungen über den Zeitpunkt und den Ort allenfallsiger Kernübertritte ausging. Er berichtet über seine Methode folgendermaßen (1909 S. 514f.): »Nach erfolgter Verwachsung von Reis und Unterlage wurden die Versuchsexemplare an der Verwachsungsstelle geköpft, und damit eine Schnittfläche geschaffen, welche die Gewebe der Unterlage zu den beiden Seiten des Querstreifens des Reises aufwies. Zwischen 12 und 48 Stunden nach dieser Operation trug ich dann mit einem Rasiermesser eine Querscheibe, die sofort mit Chromosmiumessigsäure fixiert wurde, von dem Scheitel des Stumpfes ab. Die Höhe der abgetragenen Scheiben schwankte zwischen 2 und 4 mm. Jede Scheibe verfügte bei ihrer Fixierung über die 24 bis 48 Stunden alte obere und über die eben erst hergestellte untere Schnittfläche. Da die obere Schnittfläche der Scheiben zur Zeit ihrer Fixierung von

versuchen viermal aufgetreten. Die zwischen Nachtschattengewebe eingeschaltete subepidermale Tomatenschicht fühlt sich ganz wohl an ihrem Orte und führt die Reduktionsteilung normal und rechtzeitig durch. — Durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ist aber natürlich eine neue Deutung für das Vorkommen der reduzierten Chromosomenzahl 24 in den Keimzellen von Solanum Darwinianum möglich geworden: die subepidermale Schicht des Pfropfbastards könnte nämlich zur tetraploiden Form von Solanum lycopersicum gehören. Ich halte das aber nicht für zutreffend. Doch würde es den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, die Frage nach der Zusammensetzung des Solanum Darwinianum zu erörtern.

12 bis 48 Stunden alt, die untere frisch hergestellt war, so mußte die untere Kernübertritte zeigen, falls solche erfolgten, die der oberen Schnittfläche nahen Teile verschmolzene Kerne und etwaige autoregulative Kernteilungen.«

Über das Ergebnis wird dann mitgeteilt, daß »gleich der Beginn der Untersuchung insofern eine Überraschung brachte, als er stellenweise an den Verwachsungsstellen vielkernige Zellen zeigte. Hingegen gelang es in keinem Fall, einen fixierten Kerndurchtritt, weder an der unteren Schnittfläche, noch sonstwo in den Präparaten zu erblicken. Kernteilungen lagen nur spärlich vor, soweit sie aber zur Beobachtung kamen, waren sie typisch vegetativ und zeigten diploide Chromosomenzahlen. Vielkernige Zellen waren gelegentlich dort vertreten, wo die Gewebe der verwachsenden Pflanzen ineinander gewuchert hatten« (S. 516).

Strasburger schließt aus diesem Befunde, daß Kernverschmelzungen zwischen Reis und Unterlage nicht in Betracht gezogen werden dürften. Ich habe schon früher (1909, S. 36) demgegenüber darauf hingewiesen, daß für die Entscheidung dieser Frage negative Befunde selbst in tausenden von Pfropfungen so gut wie wertlos sind. Insbesondere aber können die Untersuchungen, auf die sich Strasburger stützt, zur Klärung der Frage überhaupt nur in ganz beschränktem Maße herangezogen werden, da er am falschen Orte und zur falschen Zeit untersuchte. Wenn man sich die Bedingungen vergegenwärtigt, unter denen bei Pfropfungen und ihrer weiteren Behandlungen Kernübertritte stattfinden könnten, so ist es klar, daß dabei die glatten Dekapitationsschnitte am allerwenigsten in Betracht kommen. Sie werden mit dem scharfen Rasiermesser hergestellt, es finden keinerlei Quetschungen und Gewebezerreißungen dabei statt, und die unmittelbar vom Schnitt betroffenen und knapp unterhalb der Schnittfläche liegenden Zellen gehen unter den Bedingungen des Versuchs sowieso sehr bald zugrunde. Es mußte von vornherein als wahrscheinlicher gelten, daß Kernübertritte, wenn überhaupt, bei anderen zu der Methodik der Pfropfbastardversuche gehörigen Teiloperationen stattfinden müssen. Und zwar in erster Linie bei dem Pfropfvorgang selbst.

Dabei wird der Stengelstumpf der entgipfelten Unterlage längsgespalten, der Stengel des Reises keilförmig zugespitzt, und unmittelbar darauf werden beide Teile miteinander verbunden und durch den Bastverband fest gegeneinander gedrückt. Es ist ganz unvermeidlich, daß dabei Quetschungen und Pressungen besonders auf die weichen Gewebe des Kambiums ausgeübt und dabei Bedingungen hergestellt werden müssen, die, wie das Němec für Pisumwurzeln ja auch experimentell sichergestellt hat, Kernübertritte und Kernverschmelzungen begünstigen. Natürlich werden das immer Ausnahmefälle sein, und insbesondere der Fall, daß ein Kernübertritt zwischen Reis und Unterlage stattfinden kann, muß naturgemäß selten sein; und es ist ebenso natürlich weiterhin ein seltener Ausnahmefall, daß eine solche Zelle bei der Weiterbehandlung der Pfropfung zum Aufbau eines adventiven Vegetationspunktes mit herangezogen wird. Dazu ist zunächst erforderlich, daß der Dekapitationsschnitt in geeigneter Entfernung von der betreffenden Zelle geführt wird, und das ist selbstverständlich durchaus dem Zufall überlassen.

Ein zweites für Kernübertritte günstiges Stadium in der Reihe der Eingriffe, denen die Versuchspflanzen bei Pfropfbastardversuchen unterworfen werden müssen, ist dann gegeben, wenn die Adventivsproßbildung im vollen Gange ist. Denn dann werden alle sicher artreinen Sprosse abgeschnitten oder mit der Pinzette abgeknipst, sobald ihre Beschaffenheit mit Sicherheit erkannt werden kann, und dabei erfolgen wieder die verschiedenartigsten Quetschungen und sonstigen mechanischen Beeinflussungen des regenerierenden Kallusgewebes. Dabei mögen vor allem in den meristematischen Geweben des Kallus wiederum die Bedingungen für Kernübertritte und Zellverschmelzungen gegeben sein.

In diesen beiden Stadien also, nicht unmittelbar nach der Dekapitierung, müssen die Verwachsungsstellen auf Kernübertritte untersucht werden. Bis jetzt habe ich den positiven Nachweis eines Kernübertrittes auch in diesen Stadien noch nicht erbringen können. Er wäre ja erst dann einwandfrei erbracht, wenn ein fixierter Kerndurchtritt zur Beobachtung käme. Man muß sich aber gegenwärtig halten, daß bei der Selten-

heit des Vorganges an sich und bei der großen Schnelligkeit, mit der er sich sicherlich abspielt, die Wahrscheinlichkeit äußerst gering sein muß, ihn in einem Präparate zu finden. Dazu kommt etwas Weiteres. Es ist wohl am wahrscheinlichsten, daß die Kernübertritte zwischen Kambiumzellen sehr bald nach der Vereinigung von Reis und Unterlage unter dem Einflusse der Anlegung des Bastverbandes vor sich gehen. Wenn man nun aber aus einer solchen Pfropfung unmittelbar nach dem Festziehen des Verbandes ein Stück aus der Verwachsungsstelle herausschneidet, um es in die Fixierungsflüssigkeit zu übertragen, so ist es natürlich unvermeidlich, daß dabei der Verband gelöst oder zum mindesten gelockert wird, wodurch gerade die Bedingungen für Kerndurchtritte und Zellverschmelzungen wieder rückgängig gemacht werden. Damit vermindert sich weiter die Wahrscheinlichkeit, einen solchen Kernübertritt im Präparat zu finden.

Bei dieser Lage der Dinge ist man auf indirekte Schlußfolgerungen angewiesen. Diese aber lassen es mir als wahrscheinlich erscheinen, daß an den Verwachsungsstellen in der Tat Kernübertritte und Zellverschmelzungen stattfinden können. In Betracht zu ziehen sind dabei in erster Linie die Kambiumzellen, da sie die Hauptmasse des Kallusgewebes und der Adventivsprosse liefern, und für die vorliegende Arbeit nur Kernübertritte und Verschmelzungen zwischen Zellen derselben Art, — die an sich wohl noch leichter vor sich gehen können als entsprechende Vorgänge zwischen Reis und Unterlage, besonders falls beide zu verschiedenen Arten gehören.

Wenn man das Verwachsungsgewebe untersucht, so findet man, wie das ja schon Strasburger aufgefallen war, gar nicht selten mehrkernige Zellen, die im normalen Gewebe, wie schon früher auseinandergesetzt wurde, nur sehr vereinzelt angetroffen werden. Im Kambium des normalen Stengels finden sich zwei- oder mehrkernige Elemente überhaupt nicht. Gerade aber in dem Kambium von Reis und von Unterlage sowie in den meristematischen Geweben, die nach der Verwachsung aus ihm hervorgegangen sind, finden sich Zellen mit zwei und mehr Kernen gar nicht so selten. Die Kerne liegen manchmal eng nebeneinander, manchmal in weiterem Abstand voneinander.

Gelegentlich finden sich mitten in den meristematischen Geweben geradezu plasmodiumähnliche Gebilde, die eine größere einheitliche Plasmamasse mit der entsprechenden Anzahl von Kernen darstellen. Auffällig sind auch die Größenunterschiede zwischen den Kernen der Zellen des kambialen Kallusgewebes. Bei ungestörter Entwicklung von Kallus aus dem Kambium, wie er sich z. B. bei einfacher Sproßneubildung an dekapitierten Stengeln bildet, sind die Elemente sehr gleichartig ausgebildet, Zellen und Kerne allenthalben zunächst wenigstens, solange die Gewebe den meristematischen Charakter beibehalten, gleich groß. Im Kambialkallus von Pfropfungen dagegen liegen häufig nebeneinander im sonst gleichartigen Gewebe Zellen mit verschieden großen Kernen. Alle diese Erscheinungen lassen sich wohl am einfachsten durch die Annahme erklären, daß durch den Druck, den der Pfropfverband auf die zarten Kambiumzellen ausübt, und durch die Pressungen und Spannungen, die bei dem Verwachsungsvorgang in den Geweben auftreten müssen, günstige Bedingungen für Kernübertritte und Zellverschmelzungen geschaffen werden. Die experimentellen Untersuchungen von Němec haben bewiesen, daß in gequetschten embryonalen Geweben Kerndurchtritte und Kernverschmelzungen vorkommen, und die eben erwähnten Vorkommnisse in dem Kallusgewebe der Pfropfungen machen es wahrscheinlich, daß hier dasselbe stattfindet. Man wird sich vorstellen müssen, daß durch die mechanischen Beeinflussungen Porenerweiterungen und Risse in den Zellwänden eintreten, die den Weg öffnen, auf dem unter dem Einfluß der Pressungen und Spannungen im Gewebe der Inhalt einer Zelle ganz oder zum Teil in die andere hinübergedrängt wird (man vergleiche dazu auch die Erörterungen von Schweidler 1910, S. 565 ff. über die Mechanik von Kernübertritten).

Auf diese Weise können zwei-, drei- und mehrkernige Zellen und die plasmodiumähnlichen Zusammenfließungen entstehen, die sich im Kambialkallus beobachten lassen, und bei nachfolgender Verschmelzung der Kerne können sich polyploide Kerne bilden, deren Größe in direktem Verhältnis zu ihrer Chromosomenzahl steht. Bei entsprechender Lage der Dekapitationsschnittfläche kann es dann vorkommen, daß eine solchermaßen tetraploid ge-

wordene Zelle, die mitten zwischen normal diploid gebliebenen liegt, zum Aufbau eines adventiven Vegetationspunktes mit herangezogen wird.

Ich halte es nun für wahrscheinlich, daß die tetraploiden Zellen, die zum Ausgangspunkt der gigas-Formen von Solanum nigrum und lycopersicum wurden, in der geschilderten Weise entstanden sind, und halte diese Annahme für besser begründet als die Vermutung, daß es schon vorher in den regenerierenden Stengeln vorhandene tetraploide Zellen gewesen seien, wie solche ja nach den Darlegungen des vorhergehenden Abschnittes tatsächlich vorkommen. Und zwar erstens deswegen, weil die normale somatische Chromosomenzahl der gigas-Formen ganz genau die tetraploide ist. Nun zeigen aber die normal im Pflanzenkörper vorhandenen tetraploiden Zellen eine so starke Neigung zur Vermehrung der Chromosomenzahl um einige Einheiten, daß unter ihnen solche mit genau der tetraploiden Zahl zweifellos in der Minderheit sind. Dagegen haben natürlich die Kambiumzellen als embryonale Elemente alle genau die diploide Chromosomenzahl, so daß aus der Verschmelzung zweier Kambiumzellkerne ein exakt tetraploider Kern hervorgehen muß. — Zweitens sind es die Zellen des Kambiums, die sich vor allem am Aufbau des Kallusgewebes wie besonders an dem der adventiven Vegetationspunkte beteiligen, während die im Körper normal vorhandenen hyperchromatischen Zellen gerade zu solchen Geweben gehören, die am allerwenigsten dafür in Betracht kommen. — Und drittens macht diese Annahme es verständlich, warum — bisher wenigstens — Adventivsprosse mit tetraploiden Zellen nur an Pfropfungen aufgetreten sind, niemals aber an unter gewöhnlichen Umständen regenerierenden Sprossen, obwohl von denen eine sehr große Zahl genau beobachtet wurde. Es muß also irgend etwas mit der Pfropfung und den auf sie folgenden Eingriffen verbunden sein, was für das Entstehen der gigas-Formen ausschlaggebend ist. Und das scheinen mir eben die geschilderten mechanischen Beeinflussungen zu sein, die optimale Bedingungen für Kernverschmelzungen herstellen.

Bei alledem muß freilich im Auge behalten werden, daß die andere Erklärungsmöglichkeit keineswegs als ausgeschlossen angesehen werden kann; die letzterörterte ist nur die wahrschein-

lichere. Eine endgültige Entscheidung wird überhaupt schwer zu erbringen sein. Weitere Anhaltspunkte aber werden sich ergeben durch noch eingehendere Untersuchung der Pfropfungen vor, während und nach der Verwachsung, und durch weitere umfangreiche Beobachtung solcher Adventivsprosse, die an ungepfropften Stengelteilen regenerierender Pflanzen entstehen.

IX. Tetraploidie und Mutation.

de Vries hat von Anfang an Oenothera gigas als diejenige seiner neuen Formen bezeichnet, die am meisten Anspruch darauf habe, als neue Art zu gelten. Noch in seinem letzten Buche (1913, S. 176 f.) spricht er von ihr als einer »Rasse« mit »Merkmalen, welche sie sofort als eine gute Art und nicht etwa als eine Varietät kennzeichnen« und legt dar, daß alles, was wir an ihr beobachten, »offenbar zu der Auffassung der Oenothera gigas als einer guten, von ihrer Mutterart durchaus verschiedenen Spezies berechtigt«. Gates (1915a, S. 120) ist derselben Ansicht: »From whatever point of view we consider gigas in relation to Lamarckiana, it deserves to be ranked as a distinct species.«

Während sich also de Vries und Gates in der Auffassung begegnen, daß Oenothera gigas eine neue gute Art sei, weichen sie stark voneinander ab in ihrer Auffassung von der Bedeutung der Tetraploidie, die Fräulein Lutz und Gates bei Oenothera gigas sichergestellt haben.

de Vries sieht in der Verdoppelung der Chromosomenzahl nur eins der Merkmale, durch die sich die neue Art von der Mutterart unterscheidet; Gates dagegen erblickt in den Eigenschaftsänderungen der Oenothera gigas die Folge der Chromosomenverdoppelung. Auch de Vries gibt jetzt bis zu einem gewissen Grade zu, daß der Unterschied in der Chromosomenzahl zwischen Oenothera Lamarckiana und Oenothera gigas nicht ohne weiteres den anderen Unterschieden zwischen den beiden Formen gleichzustellen ist, da er (1913, S. 177) auf Grund der bekannten Versuche der Marchals an Laubmoosen anerkennen muß, daß die Verdoppelung der Chromosomenzahl eine Vergrößerung der Zellen und Abweichungen im Bau und in

der Größe der Organe zur Folge hat. »Aus diesem Grunde darf man die mit ihren Befunden übereinstimmenden Differrenzen zwischen Oenothera gigas und Oenothera Lamarckiana als Folgen der Verdoppelung der Chromosomenzahl betrachten.« Aber er ist der Ansicht, daß »Oenothera gigas außerdem eine Reihe von Merkmalen hat, welche nicht durch diese Verdoppelung bedingt zu sein brauchen, wie z. B. die Hinaufschiebung der Achselknospen am Stengel, die leichte Keimfähigkeit der Samen usw. Die Unabhängigkeit dieser und anderer Eigenschaften wurde anfangs von Gates übersehen, dann aber von Stomps (1910, S. 62—64) in einer kritischen Behandlung der ganzen Frage klargestellt und von Gates (1911, S. 600 und 602) anerkannt. Als dritte Gruppe von Merkmalen erwähne ich die Tatsache, daß bei der Entstehung von Oenothera gigas nebenbei auch die Laeta-Pangene in ihrer Lage verändert worden sind. Offenbar kann auch dieses nicht als eine Folge der Verdoppelung der Chromosomen betrachtet werden.«

Doch hält Gates (1913, S. 133ff.; 1915a und b an verschiedenen Stellen) an der Auffassung fest, daß wenigstens die wichtigsten Abweichungen der Oenothera gigas durch ihre abweichende Chromosomenzahl bedingt seien. Er sagt, und hat damit sicherlich recht (1913, S. 136): »Since it is possible to explain easily so many apparently diverse morphological and physiological characters in gigas as the result of a single initial change in nuclear structure and consequently in cell size, one must hesitate before affirming that any character of gigas is necessarily the result of another (additional) change.« Und eine Erörterung über die hyperdiploide Oenothera lata, die ein Chromosoma mehr als ihre Mutterart hat, schließt er mit der Bemerkung, es sei »clear that we must consider the peculiarities of lata a result and not merely an accompaniment of the presence of the extra chromosome. We must, moreover, visualize the change as a cell change and the special features of lata as its external expression. The same point of view applies probably to all other mutants« (Gates 1915b, p. 524). Auch Bartlett (1915a, p. 143) kommt zu demselben Ergebnis: »The experiments of the Marchals give us the strongest reason to believe that the visible differences between Oenothera Lamarckiana and Oeno-

thera gigas have been correctly interpreted as due to the doubling in the latter of the chromosome number.«

Wir können nun an dieser Stelle eine Erörterung der Beziehungen zwischen Tetraploidie und Mutation nicht umgehen, da natürlich die experimentelle Herstellung tetraploider Formen bei höheren Pflanzen neue Gesichtspunkte zur Entscheidung dieses Problems ergeben muß, und da es von dieser Entscheidung abhängt, wie unsere gigas-Formen selbst zu beurteilen sind. Denn wenn die Behauptung von de Vries, daß seine Oenothera gigas eine gute neue Art sei, aufrecht zu erhalten ist, und wenn ihre neuen Eigenschaften von der Verdoppelung der Chromosomenzahl abhängen, dann müßten die gigas-Formen von Solanum als die ersten experimentell hergestellten neuen Arten bei höheren Pflanzen angesehen werden.

Es ist also zu untersuchen erstens, ob die abweichenden Eigenschaften derjenigen gigas-Formen, die wie Oenothera gigas und unsere Solanum-Riesen nachweislich aus diploiden Arten entstanden sind, restlos durch ihre Tetraploidie zu erklären sind, und zweitens, ob die tetraploiden Formen als Arten anzusehen sind.

1. Sind die abweichenden Eigenschaften der gigas-Formen durch ihre Tetraploidie bedingt?

Die Entscheidung der Frage, ob die abweichenden Eigenschaften tetraploider Formen durch ihre Tetraploidie bedingt sind, ist aus zwei Gründen theoretisch von großer Wichtigkeit. Einmal ist, wenn die Frage zu bejahen ist, eine ganze Kategorie von Mutationen erklärt, da der Mutationsvorgang auf die Veränderung der Chromosomenzahl zurückgeführt wäre. Zweitens würde die Bejahung der Frage eine wesentliche Stütze für die Richtigkeit der Auffassung liefern, daß zwischen den Chromosomen und den äußeren Eigenschaften eines Organismus ein kausaler Zusammenhang besteht. Denn während wir jetzt als gesicherte Tatsache nur den Nachweis haben, daß oft Änderungen in der äußeren Gestalt von solchen in der Chromosomenzahl begleitet sind, hätten wir dann die Tatsache sichergestellt, daß Änderungen der Chromosomenzahl solche der Gestaltung hervorrufen.

Für unsere gigas-Formen von Solanum besteht wie für die

Oenothera gigas von de Vries und die anderen gigas-»Mutationen theoretisch nur eine doppelte Erklärungsmöglichkeit. Entweder verdanken die gigas-Eigenschaften einem Mutationsvorgang ihre plötzliche Entstehung und die verdoppelte Chromosomenzahl ist nur eine der dadurch neu entstandenen Eigenschaften, oder die Verdoppelung der Chromosomenzahl ist das Primäre, auf dem das Hervortreten der gigas-Eigenschaften beruht.

Wie die mehrfach angeführten, einander schroff gegenüberstehenden Ansichten von de Vries, Stomps und anderen einerseits, von Gates, Bartlett und anderen andrerseits zeigen, ist für die Oenotheren gegenwärtig eine endgültige Entscheidung der Frage direkt nicht zu geben. Das beruht darauf, daß man über die Entstehung der abgeänderten Chromosomenzahlen der gigas-Oenotheren nichts weiß, sowie darauf, daß die Stammarten der gigas-Oenotheren Formen sind, die nicht konstant sind, sondern stark »mutieren« und dabei auch »Mutationen« liefern, bei denen die abweichenden Eigenschaften nicht von Abweichungen in den Chromosomenzahlen begleitet werden. So bleibt vorläufig die Möglichkeit offen, daß auch die Abweichungen der gigas-Formen von ihren Stammarten auf entsprechende Mutationsvorgänge zurückzuführen seien und mit der Verdoppelung der Chromosomenzahl nichts zu tun hätten.

Bei unseren gigas-Formen von Solanum liegt die Frage wesentlich günstiger. Denn die erste Möglichkeit, ihre Entstehung durch einen Mutationsvorgang, läßt sich für sie so gut wie sicher ausschließen. Weder Solanum nigrum noch Solanum lycopersicum, Sorte »König Humbert, mit gelben Früchten« sind mutierende Arten im Sinne von de Vries. Sie sind vielmehr völlig konstant, soweit die Beobachtung reicht. Ich kultiviere beide Arten in reinen Linien seit 10 Jahren und habe Tausende von Individuen unter Beobachtung gehalten. Es haben sich niemals auch nur die geringsten Abweichungen gezeigt. Beide Arten bestäuben sich übrigens regelmäßig selbst. Ein Zweifel daran, daß beide Arten bei Aussaat völlig konstant sind, ist demnach nicht möglich. Sie stehen damit in scharfem Gegensatz zu den Oenotheren.

Auch die sehr zahlreichen Adventivsprosse, die ich von beiden

Arten gewonnen und genau beobachtet habe, wiederholten, wie schon erwähnt (vgl. S. 493) durchaus völlig rein den Typus der reinen Linie, zu der sie gehörten. Die einzigen Ausnahmen bilden eben die drei in dieser Arbeit beschriebenen Triebe. Ihre Entstehung aber auf einen Mutationsvorgang im Sinne von de Vries zurückzuführen, erscheint mir angesichts der völligen Konstanz der Stammarten als ganz ausgeschlossen, würde übrigens auch nichts erklären und überhaupt nur dann annehmbar sein, wenn andere näher liegende Erklärungsmöglichkeiten ganz ausgeschlossen wären. Das aber ist durchaus nicht der Fall. Im Gegenteil, es ließ sich nachweisen, daß das Auftreten von tetraploiden Zellen im regenerierenden Kallus sich durchaus ohne Zuhilfenahme eines Mutationsvorganges erklären läßt. Es beruht nämlich entweder auf einer Kernverschmelzung oder auf einer Chromosomenvermehrung, wie sie im normalen Verlaufe der Entwicklung bei zahlreichen Zellen vorkommt.

Und nun liegt die Sache so: erfolgt die Adventivsproßbildung aus lauter diploiden Zellen, so entstehen immer und ausnahmslos typische Repräsentanten der reinen Linie. Erfolgt sie dagegen aus tetraploiden Zellen, so entstehen gigas-Formen. Es ist also zweifellos die Tetraploidie Ursache des Auftretens der gigas-Eigenschaften. Und da die Tetraploidie nicht auf einem Mutationsvorgang beruht, so hat also die Entstehung der gigas-Formen, wenigstens bei Solanum, nichts mit der Mutation zu tun. Man müßte denn annehmen, daß der geheimnisvolle Mutationsvorgang, auf dem das Erscheinen der gigas-Eigenschaften beruht, niemals in diploiden, stets dagegen in tetraploiden Zellen vor sich gehe. Das aber würde nur eine höchst unnötige Umschreibung dessen bedeuten, was die richtige Deutung gibt: das Auftreten der gigas-Eigenschaften beruht auf der Verdoppelung der Chromosomenzahl.

Damit sind die beiden am Eingange dieses Abschnittes aufgeworfenen Fragen in positivem Sinne beantwortet. Wir haben Zellen mit abweichenden Chromosomenzahlen gezwungen, zum Ausgangspunkt neuer Individuen zu werden, und es hat sich gezeigt, daß diese Individuen abweichende Eigenschaften haben. Daraus ist der bündige Schluß zu ziehen, daß die Gestaltung von den Chromosomen beeinflußt wird. Zweitens stellt es sich

heraus, daß es unnötig ist, für das Hervortreten der gigas-Eigenschaften einen besonderen Mutationsvorgang zu vermuten; die Mutation ist für diesen Fall zurückgeführt auf die Verdoppelung der Chromosomenzahl.

Das gilt zunächst für die gigas-Formen von Solanum. Aber es wird nun natürlich höchst wahrscheinlich, daß die Gatessche Deutung der Oenothera gigas richtig ist. Doch möchte ich diesen Punkt hier nicht ausführlich erörtern, da ich an andrem Orte darauf zurückkommen werde.

Den Nachweis, daß die Unterschiede tetraploider Formen von ihren diploiden Stammformen auf ihrer Tetraploidie beruhen, bildet des weiteren eine Stütze für die Ansicht, daß auch bei solchen »Mutationen«, bei denen nicht die tetraploide, sondern irgendeine andere heteroploide Chromosomenzahl konstant gefunden wird, die abweichenden Eigenschaften auf dem Vorhandensein der heteroploiden Chromosomenzahl beruhen, daß also z. B. Oenothera lata in der Tat so zu deuten ist, wie Gates es in der eben angeführten Äußerung (vgl. S. 503) tut. Doch werde ich auch darauf anderwärts näher eingehen.

2. Sind die tetraploiden Formen als Arten anzusehen?

Wir können bei der Erörterung der Frage, ob die tetraploiden Formen als Arten anzusehen sind, davon absehen, genau festzulegen, was wir unter einer Art verstehen wollen. Denn es handelt sich ja nur darum, festzustellen, ob sie in demselben Sinne als Arten aufzufassen sind wie ihre Stammformen.

de Vries hat sich, wie schon erwähnt wurde, mehrfach sehr nachdrücklich dafür ausgesprochen, daß seine Oenothera gigas als gute Art anzusehen sei. Er begründet es folgendermaßen (1913, S. 7): »Unter den Abkömmlingen der Oenothera Lamarckiana können wir verschiedene Gruppen unterscheiden. Die erste umfaßt die Oenothera gigas, welche offenbar progressiver Natur ist, und in ihrer doppelten Anzahl von Chromosomen ein Merkmal hat, welches sonst in der ganzen Gruppe fehlt und somit für diese völlig neu ist, während es in anderen Gattungen ganz gewöhnlich als ein Merkmal guter Arten betrachtet wird. Auch in bezug auf die Bastardierungen verhält sich Oenothera gigas verschieden von den übrigen bisher untersuchten Mutanten,

indem sie mit älteren Arten durchweg intermediäre Bastarde gibt, und diese fast stets in hohem Grade in ihrer Fruchtbarkeit geschwächt sind. Auf Grund dieser beiden Punkte würde die Oenothera gigas auch dann als eine gute Art zu betrachten sein, wenn man die Artberechtigung der übrigen Mutanten in Frage stellen wollte«. Und ebenso heißt es (1913, S. 176) von Oenothera gigas: »Diese Rasse verhält sich in vielen Hinsichten anders als die übrigen Abkömmlinge der Oenothera Lamarckiana, und zwar teils in der großen Seltenheit ihres Auftretens, teils in ihren äußeren Merkmalen, welche sie sofort als eine gute Art und nicht etwa als eine Varietät kennzeichnen, teils in ihren Kreuzungen, welche diese Auffassung in auffallender Weise bestätigen. Die Bastardierungen gelingen in der Regel schwierig, und die Hybriden sind fast ausnahmslos entweder durchaus, oder doch nahezu steril, und zwar um so weniger fruchtbar, je weiter die mit der Gigas verbundene Art systematisch von ihr entfernt ist. Erwägt man dabei, daß dieselben Arten mit der Lamarckiana stets ausreichend fertile Bastarde geben, so gelangt man zu der Folgerung, daß die systematische Distanz zwischen ihnen und der Gigas eine bedeutend größere ist, als zwischen ihnen und der Lamarckiana. Dieses berechtigt dann offenbar zu der Auffassung der Oenothera gigas als einer guten, von ihrer Mutterart durchaus verschiedenen Spezies«. Und endlich (1913, S. 188): »In bezug auf die Sterilität, bzw. äußerst geringe Fertilität der Kreuzungen sowie der Bastarde verhält sich Oenothera gigas nicht wie eine Varietät, sondern wie eine gute Art. Diese Tatsache lehrt, daß sie nicht durch Umlagerung bereits vorhandener Pangene, sondern durch die Bildung eines völlig neuen Erbschaftsträgers entstanden ist«.

Es sind also insgesamt vier Gründe, die de Vries dazu bestimmen, in Oenothera gigas eine gute neue Art zu sehen: 1. ihre Fertilitäts-Verhältnisse, 2. ihr Verhalten bei der Kreuzung, 3. ihre äußeren Merkmale, 4. ihr Besitz der doppelten Chromosomenzahl. Nachdem die experimentell hergestellten gigas-Formen gezeigt haben, daß die äußeren Merkmale von der verdoppelten Chromosomenzahl abhängig sind, fallen der dritte und der vierte Grund zusammen, und es bleiben also drei übrig, die wir auf ihre Stichhaltigkeit zu prüfen haben.

Daß de Vries, wie besonders die letzterwähnte Äußerung zeigt, so hohen Wert auf die geringe Fertilität der Kreuzungen sowie der Bastarde legt, ist nicht recht verständlich. Oenothera gigas selbst hat nach Gates (1915a, p. 212), nur 27,6 bis 42,6% guten Pollen, und von den nach Selbstbestaubung entstehenden Samen sind nach Renner (1914, S. 140) bis zu 27% taub. Bei Oenothera Lamarckiana sind 24,9 bis 57,6% Pollen gut (Gates 1915a, p. 212), und bei Selbstbestäubung gibt sie mindestens zur Hälfte taube Samen (Renner 1914, S. 135). Und für die anderen Oenotheren gelten ähnliche Zahlen. Wenn also schon bei den zur Kreuzung verwendeten Formen die Fertilität so gering ist, so ist es nach den allgemeinen Erfahrungen über Keimzellbildung und Fruchtbarkeit der Bastarde nicht verwunderlich, wenn bei ihnen der Grad der Sterilität sich erhöht. Jedenfalls aber kann daraus, daß das bei bestimmten Kombinationen in besonders hohem Maße der Fall ist, nicht der Schluß gezogen werden, daß es sich dabei um Artkreuzungen, in den anderen Fällen um Varietätenkreuzungen handle. Im vorliegenden Falle jedenfalls erklärt sich der Umstand, daß dieselben Arten, die mit Oenothera Lamarckiana »ausreichend fertile« Bastarde geben, mit Oenothera gigas entweder durchaus oder doch »nahezu sterile« Bastarde bilden, zur Genüge aus den Chromosomenzahlen, wie nicht weiter ausgeführt zu werden braucht.

Auch Gates, der wie erwähnt, in Oenothera gigas ebenfalls eine gute Art erblickt, erörtert ihre Fertilität und sagt (1915a, p. 120): »It even satisfies Huxley's criterion of a distinct species, for it exhibits a large degree of sterility when crossed with its neighbours«. Aber er fügt sehr mit Recht hinzu: »This criterion has, however, very largely broken down; as witness the Bovidae among animals, which are fertile inter se; and among plants the species of Oenothera such as biennis, Lamarckiana, grandiflora, muricata and Hookeri, many of the hybrids of which show undiminished fertility. No one can reasonably pretend that these all belong to the samen »species«. Many other cases might be cited.«

Der zweite Grund, weswegen de Vries in Oenothera gigas eine gute Art erblicken möchte, ist ihr Verhalten bei Kreuzungen. Es läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß Oeno-

thera gigas bei der Kreuzung mit der Mutterart Oenothera Lamarckiana einförmige intermediäre konstante Bastardrassen liefert, während die anderen Mutanten bei der Rückkreuzung mit Oenothera Lamarckiana eine zweiförmige erste Generation ergeben (de Vries 1913, S. 108 ff.). Hier stimmt Gates (1915 a, p. 237) mit de Vries überein: »Oenothera gigas behaves as all true species were formerly supposed to do, in giving intermediate and more or less uniform and constant hybrids which are for the most part sterile. This is in strong contrast to some of the other mutants.«

Nun ist aber der Beweiskraft dieser Argumentation durch die Untersuchungen von Renner (1914) der Boden entzogen worden. Renner wies nach, daß bei verschiedenen Oenothera-Kreuzungen Einförmigkeit der Bastard-Generation und Konstanz in aufeinanderfolgenden Generationen dadurch vorgetäuscht werden kann, daß gewisse Kombinationen regelmäßig auf mehr oder weniger weit vorgeschrittenem Stande der Embryoentwickelung absterben. Nimmt man dazu, daß schon manche Pollenkörner und Eizellen abortieren, und daß auch von den einen Keimling enthaltenden und scheinbar normal ausgebildeten Samen nicht alle keimen, so muß man East beistimmen, wenn er in einer Besprechung von Gates Buch (in Rhodora, Bd. 17. 1915, p. 235 ff.) meint, daß »perhaps few angiosperm genera could have been selected which are so fundamentally unsuited for genetic work from which broad conclusions are to be drawn as Oenothera. . . . It is quite likely that the only useful laws of heredity will be those which like the laws of physics and chemistry are mathematical descriptions of cycles of events from which predictions of what must occur under like circumstances may be made. Is it strange then, that many biologists are cautious when asked to accept as a basis for such descriptions, breeding results from plants like the Oenotheras where only a small portion of the facts can be known owing to the immense number of potential plants lost through the abortion of both zygotes and gametes? It is like asking a chemist to accept theories as to the structural formulae of organic compounds upon which only determinations of nitrogen and oxygen have been made«.

So viel ist jedenfalls sicher, daß es zur Erklärung des Ver-

haltens der Oenothera gigas bei Mutationskreuzungen im Gegensatz zu dem Verhalten der anderen Mutanten noch ganz andere und viel näher liegende Möglichkeiten gibt als die von de Vries herangezogene, wonach Oenathera gigas eine neue Art mit einem ganz neuen Pangen sein soll.

Es bleibt somit der dritte Grund von de Vries für die Bewertung der Oenothera gigas als guter Art übrig: ihre veränderten Eigenschaften und der Besitz der tetraploiden Chromosomenzahl. Wie wir gesehen haben, ist die Änderung der Chromosomenzahl das Primäre, von ihr ist die Änderung der Eigenschaften abhängig. de Vries meint nun (1913, S. 7), das Vorhandensein der doppelten Chromosomenzahl werde »in anderen Gattungen ganz gewöhnlich als ein Merkmal guter Arten betrachtet.« Wenn damit gemeint ist, daß zwei Formen, die sich dadurch voneinander unterscheiden, daß die eine die diploide, die andere die tetraploide Chromosomenzahl besitzt, lediglich auf Grund dieses Unterschiedes als zwei verschiedene Arten angesehen zu werden pflegen, so trifft das nicht zu.

Der ältest bekannte Fall, der hier zu erwähnen ist, betrifft den Pferdespulwurm, Ascaris megalocephala, von dem nebeneinander eine einchromosomige und eine zweichromosomige Form vorkommt. Man hat aber beide nie als verschiedene Arten angesehen, sondern sie immer als univalente und bivalente Rasse derselben Art bezeichnet. (Weitere zoologische Beispiele bei Haecker 1907, S. 38). Auch die Marchals (1909, 1911) sehen in ihren tetraploiden Moosen nur »bivalente« Formen der Ausgangsarten und nur in dem Phascum cuspidatum 2n eine echte Mutation, da nur bei diesem die Chromosomenverdoppelung mit einer Änderung der spezifischen Eigenschaften verknüpft sei (1911, p. 775). Und ebenfalls im Hinblick auf die Marchalschen Versuche sagt Harper (1912, p. 913): »These cases show that an excess in the amount of the germ plasm doubling or trebling the representation of each hereditary quality need not necessarily affect the morphological characteristics of the organism, and are in strong contrast with such cases as that of Oenothera gigas and certain races of bananas, in which a doubling or trebling of the chromosome number is associated with marked structural changes in the plant.«

Es wird also scharf unterschieden zwischen Veränderungen der Chromosomenzahl an sich und Veränderungen der Chromosomenzahl mit gleichzeitiger Veränderung der spezifischen Eigenschaften. Nur im letzteren Falle läge die Entstehung einer neuen Art vor. Freilich kann diese Annahme von vornherein nur da für einigermaßen gesichert gelten, wo die tetraploide Form nachweisbar aus der diploiden entstanden ist, wie bei den Marchalschen Moosen, bei Oenothera gigas und bei unseren gigas-Formen von Solanum. Man hat nun aber seit dem Bekanntwerden der Tetraploidie von Oenothera gigas vielfach geschlossen, daß von zwei in der Natur vorhandenen Arten, von denen die eine doppelt so viel Chromosomen hat wie die andre, die Art mit der höheren Chromosomenzahl aus der mit der geringeren entstanden sei durch einen Mutationsvorgang, ähnlich dem, der Oenothera gigas aus Oenothera Lamarckiana hervorgehen ließ.

So heißt es z. B. bei Bartlett (1915b, p. 141): »Recent discoveries are making it very clear that mutative changes in the chromosome number occur frequently, and that such changes are always associated with a modification in the morphological characters of the plant. In other words, certain mutations are probably dependent upon, or, at any rate, closely associated with, visible changes in the nuclear mechanism. We have every reason to believe, therefore, that the different chromosome numbers of different species were acquired simultaneously with the acquisition of other specific characters«. Und bei Gates (1915a, p. 197ff.) findet sich eine lange Liste von »tetraploiden Arten« aus dem Pflanzen- und Tierreich zusammengestellt. Solche Zusammenstellungen sind sehr wichtig und nützlich[1], wenn mit ihnen nicht mehr zum Ausdruck gebracht werden soll, als daß in derselben Gattung Spezies vorkommen, deren Chromosomenzahlen sich wie 1 zu 2 verhalten.

[1]) Vorausgesetzt allerdings, daß sie mit etwas mehr Sorgfalt angefertigt werden als bei Gates, der (p. 198, Anm. 5) schreibt: »As Strasburger has pointed out, Wikstroemia indica appears to be di-triploid in comparison with W. canescens, while Houttuynia cordata, another member of the Balanophoraceae, is tetraploid in comparison with W. indica«. Wozu zu bemerken ist, daß weder Wikstroemia, noch Houttuynia Balanophoraceen sind, sondern erstere ist eine Thymelaeacee, letztere eine Saururacee!

Wenn man aber aus den zusammengestellten Tatsachen genetische Schlüsse ableiten und also annehmen will, daß die tetraploiden Arten der Tabellen durch mutative Chromosomenverdoppelung aus den diploiden hervorgegangen seien, so ist große Vorsicht erforderlich. Jedenfalls müssen zunächst die Chromosomenverdoppelung und die Mutation streng geschieden werden, wie das z. B. auch von Němec (1912, S. 11 und 17) geschieht. Er sagt mit Recht: wenn Arten mit verschiedenen Chromosomenzahlen »von einer gemeinsamen Urform abstammen, so müssen sie auf irgendeine Weise während der phylogenetischen Entwicklung ihre Chromosomenzahl verändert haben«. In einer Tabelle werden dann verschiedene Fälle, wo nahestehende Sippen eine abweichende Chromosomenzahl aufweisen, angeführt, und dann heißt es am Schlusse: »Die beiden Vorgänge, d. h. die Mutation und die Erhöhung der Chromosomenzahl brauchen nicht, und sind es wohl auch nicht, ursächlich verbunden zu sein, sie können unabhängig durch dieselben Faktoren hervorgerufen worden sein.«

Nun wissen wir ja aber durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, daß die Verdoppelung der Chromosomenzahl in der Tat das Auftreten von gigas-Formen bei Solanum bedingt, die sich zu ihren Mutterarten genau so verhalten wie Oenothera gigas zu Oenothera Lamarckiana. Darnach wird es natürlich sehr wahrscheinlich, daß auch in anderen Fällen, wo zwischen zwei in der Natur vorhandenen Arten dasselbe Verhältnis in den Chromosomenzahlen und den Eigenschaften besteht wie bei den genannten gigas-Formen und ihren Mutterarten, entsprechende genetische Beziehungen bestehen. Aber stets wird sich ein sicherer Schluß auf solche genetische Beziehungen nur dann ziehen lassen, wenn experimentell das Hervorgehen der einen Form aus der anderen nachgewiesen werden kann, und ein wahrscheinlicher auch nur dann, wenn die Eigenschaftsveränderung der tetraploiden Art im Vergleich zu der diploiden nicht über das bei den gigas-Formen von Solanum und Oenothera beobachtete Maß hinausgeht.

So mag in der Tat, wie Pace (1914) aus ihren zytologischen Befunden schließt, Spiranthes cernua durch Chromosomenverdoppelung aus Spiranthes gracilis hervorgegangen sein. Erstere

hat die diploide Chromosomenzahl 60, letztere 30 und beide Arten »differ from one another in somewhat the same way that Oenothera Lamarckiana differs from Oenothera gigas« (Bartlett 1915b, p. 147). Und, um ein Beispiel aus dem Tierreich anzuführen, dasselbe mag für die von Artom (1911 und 1912) untersuchten Artemia salina univalens und Artemia salina bivalens gelten, die Artom für zwei biologisch und morphologisch wohl voneinander verschiedene Arten hält.

Aber man muß sich bei alledem immer gegenwärtig halten, daß der Schluß auf solche genetische Beziehungen, solange er nicht experimentell bestätigt ist, durchaus unsicher bleibt, schon deswegen, weil außer der gerade untersuchten diploiden Art innerhalb derselben Gattungen noch andere Arten mit der gleichen Chromosomenzahl vorhanden sein können, die vielleicht noch eher als Stammform der tetraploiden Art angesehen werden können. Und das bringt uns auf einen Punkt, der für die Beurteilung der Frage, ob die tetraploiden Formen ihren Mutterarten gleichwertige gute Arten sind, sehr wichtig ist.

Auch die natürlichen Arten der Gattung Oenothera haben ja, so weit darüber bis jetzt zuverlässige Untersuchungen vorliegen, alle dieselben Chromosomenzahlen: 7 als haploide, 14 als diploide. Nehmen wir nun einmal an, Oenothera gigas de Vries wäre in der Natur gefunden und als tetraploid erkannt worden. Hätte man dann auf Grund ihrer morphologischen Eigenschaften als zu ihr gehörige Mutterart aus der Fülle der diploiden 14-chromosomigen Oenothera-Arten gerade die Oenothera Lamarckiana herausgewählt, von der wir jetzt auf Grund von historischen Tatsachen wissen, daß sie die Stammart ist? Ich glaube, daß man diese Frage unbedingt bejahen muß. Denn die Oenothera gigas von de Vries steht eben der Oenothera Lamarckiana auch in ihren Eigenschaften näher als irgendeiner anderen Oenothera-Art und unterscheidet sich von ihrer Stammart nur durch quantitativ andere Ausbildung der Merkmale (Davis 1911, p. 961): »The differences between the two forms concern the relative proportions of the organs. There are no obvious characters present in one plant that are not found in the other.« Der Versuch von de Vries, bei Oenothera gigas wirklich neue »Pangene« nachzuweisen, muß, wie schon erwähnt wurde, vor-

läufig als nicht geglückt bezeichnet werden. Es hat also zweifellos Oenothera gigas nicht nur genetisch, sondern auch in ihren Eigenschaften nähere Beziehungen zu Oenothera Lamarckiana als zu irgendeiner anderen Oenothera-Art.

In diesem Zusammenhange ist nun besonders wichtig die Tatsache, daß nicht nur bei Oenothera Lamarckiana, sondern auch bei anderen Oenothera-Arten tetraploide gigas-Formen aufgetreten sind. Bartlett (1915 a, p. 104; 1915 b, p. 143) beschreibt je eine gigas-»Mutation« von Oenothera pratincola und Oenothera stenomeres, zwei zu dem Formenkreis von Oenothera biennis gehörigen Arten, und führt an, daß nach den zytologischen Untersuchungen von Arzberger beide als diploide Chromosomenzahl 28 besitzen, während die Stammarten 14 haben. Sie verhalten sich also zytologisch gerade so wie Oenothera gigas de Vries und stehen offensichtlich auch morphologisch zu ihren Stammarten in demselben Verhältnis wie Oenothera gigas de Vries zu Oenothera Lamarckiana. »Cytologically and morphologically there is perfect analogy between Oenothera stenomeres mut. gigas Bartlett and Oenothera gigas de Vries« (Bartlett 1915 a, p. 104). Aber die gigas-Formen bleiben dabei doch Oenothera pratincola und Oenothera stenomeres, und es ist daher wohl richtiger, wenn Bartlett sie nach wie vor als Oenothera pratincola und Oenothera stenomeres bezeichnet, nur je mit dem Zusatz: mut. gigas Bartlett, als wenn de Vries die gigas-Form von Lamarckiana schlechthin als Oenotheras gigas de Vries, also als gute neue Art bezeichnet[1].

Die drei gigas-Formen, die bis jetzt in der Gattung Oenothera bekannt geworden sind, unterscheiden sich also voneinander genau so wie ihre drei Stammarten und haben gemeinsam alle diejenigen Eigenschaften, auf die die Verdoppelung der Chromosomenzahl unmittelbaren Einfluß hat. Ich glaube, daß man daraus, wie auch aus der ganzen Gestaltung der gigas-Formen von Solanum nigrum und lycopersicum schließen muß, daß durch die Tetraploidie die Grenzen der Art nicht übersprungen werden, daß also die gigas-Formen nicht als neue Arten, sondern nur als tetraploide Formen

[1]) Vgl. dazu die Ausführungen von Bartlett (1914, p. 237, Anm. 17) über die Nomenklatur der Mutationen.

ihrer Stammart anzusehen sind. Theoretisch ist nach dieser Auffassung von jeder Art eine haploide, diploide, triploide, tetraploide usw. Ausprägung möglich, die man später vielleicht durch eine besondere Hinzufügung zum Artnamen kennzeichnen muß. Vorläufig dürfte es genügen, wie es sich halb und halb schon eingebürgert hat, die triploide Ausprägung »Hero« und die tetraploide »Gigas« zu nennen, die diploide aber nicht weiter zu unterscheiden.

Die Auffassung, daß die gigas-Formen nicht neue Arten, sondern nur die tetraploide Ausprägung ihrer Stammart sind, steht auch durchaus im Einklang mit den theoretischen Vorstellungen, die wir uns hinsichtlich der Bedeutung der Chromosomen für die Eigenschaftsübertragung und -Bestimmung machen müssen.

Darnach ist die volle Summe der Anlagen, soweit sie überhaupt im Kern lokalisiert ist, schon im vollständigen haploiden Chromosomensatz vorhanden. Die Verdopplung des haploiden Satzes, wie sie für den Sporophyten wesentlich ist, hat keine spezifische Veränderung zur Folge; es kommt dadurch nichts Neues hinzu und nichts Vorhandenes verschwindet. Von einer abermaligen Verdopplung des diploiden, also einer Vervierfachung des haploiden Chromosomensatzes muß natürlich dasselbe gelten. Es liegt kein Grund dazu vor, anzunehmen, daß durch eine solche Vermehrung des gesamten Anlagensatzes qualitativ Neues entstehen müsse oder könne. Nur ist es selbstverständlich, daß alle diejenigen Eigenschaften abgeändert auftreten müssen, die unmittelbar von der Chromosomenzahl abhängen. Für triploide, hexaploide, oktoploide Formen usw. gilt dasselbe. Durch die genetische Analyse muß natürlich noch bewiesen werden, daß in dem tetraploiden Chromosomensatz der genotypisch unveränderte haploide viermal vorhanden ist. Wo das Material für solche Untersuchung geeigneter ist, als Oenothera, wird sich das wohl auch feststellen lassen. Anfänge liegen in dem Versuch Gregorys (1914) vor, die tetraploide Primula sinensis genetisch zu untersuchen.

Wir werden also nicht erwarten, daß bei einer tetraploiden Form eine im Vergleich zur diploiden Stammart qualitativ neue Eigenschaft auftritt, und bei den nachweislich aus diploiden

Spezies entstandenen gigas-Formen ist ja auch das Auftreten einer wirklich neuen Eigenschaft nicht nachgewiesen. Sollte es dennoch einmal vorkommen, so könnte das nicht mit der Verdoppelung des diploiden Chromosomensatzes zusammenhängen. Es könnte dann entweder auf einen unabhängig von der Chromosomenverdoppelung erfolgten Mutationsvorgang beruhen, der den bei diploiden Arten derselben Gattung zu beobachtenden Mutationen völlig analog zu erklären wäre, oder es könnte auf zytologischer Basis beruhen. Letzteres insofern, als Tetraploidie und Verdoppelung der diploiden Chromosomenzahl nicht notwendig miteinander identisch zu sein brauchen.

Denn streng genommen bedeutet ja Tetraploidie das viermalige Vorhandensein des haploiden Chromosomensatzes. Wenn man sich aber auf den Boden der Hypothese stellt, daß die Chromosomen qualitativ voneinander verschieden sind, dann kann, wie ohne weiteres ersichtlich ist, echte Tetraploidie nur durch Verdoppelung des diploiden Chromosomensatzes zustande kommen. Die vierfache haploide Chromosomenzahl aber könnte sehr wohl auch noch auf andere Weise entstehen. Z. B. dadurch, daß zwei Kerne miteinander verschmölzen, von denen der eine $2x - 1$, der andere $2x + 1$ Chromosomen besäße, oder dadurch, daß sich nur $2x - 1$ Chromosomen verdoppelten, eins unverdoppelt bliebe, dafür aber ein anderes sich mehrfach längsspaltete, usw. Durch solche und ähnliche Vorgänge würde ebenso wie durch die glatte Verdoppelung des diploiden Bestandes die tetraploide Chromosomenzahl zustande kommen. Aber die Qualität der Chromosomensätze wäre in allen Fällen verschieden, und das müßte sich in den äußeren Merkmalen widerspiegeln. So könnten ganze Schwärme in sich konstanter Formen mit der gleichen Chromosomenzahl entstehen, die alle aus derselben diploiden Art hervorgegangen wären.

Nimmt man die qualitative Verschiedenheit der Chromosomen an, so ergeben sich auch Wesenverschiedenheiten zwischen den tetraploiden und sonstigen heteroploiden Formen, wie sie z. B. in den lata-Mutationen von Oenothera vorliegen, bei denen die normale diploide Chromosomenzahl 14 der Oenotheren um eine Einheit vermehrt vorhanden ist. Irgend etwas wesentlich Neues,

etwa, um in der Sprache von de Vries zu reden, ein neues Pangen, könnte auch dadurch zunächst nicht entstehen, da das überzählige Chromosoma natürlich nicht de novo entstanden sein kann, sondern sich durch Teilung eines Chromosoms des normalen Chromosomensatzes der Art gebildet haben muß. Aber es muß zwischen diesen heteroploiden und den echt tetraploiden Formen ein merkbarer Unterschied auftreten. Denn bei den letzteren sind alle Anlagen, sofern sie in den Chromosomen lokalisiert sind, statt zweimal viermal vorhanden, während bei hyperdiploiden Formen vom Typus der Oenothera lata (Chromosomenzahl $2x+1$) alle Anlagen nach wie vor zweimal und nur die in dem einen Chromosoma enthaltenen dreimal da sind. So sind die verschiedensten Kombinationen denkbar, und es ist wohl möglich, daß die genaue und kritische Analyse solcher heteroploider Formen uns eine Methode zur Analyse des Chromosomensatzes bietet. Um so mehr, als es die in dieser Arbeit angegebene Methode möglich machen wird, solche heteroploide Formen experimentell herzustellen.

Da es sich aber hier zunächst nur um tetraploide Formen handelt, soll auf diese Verhältnisse nicht näher eingegangen und nur noch ein Punkt kurz besprochen werden, der weiter zur Klärung des Wesens der gigas-Formen beitragen kann. Heteroploide Formen, auch hyperdiploide, deren Chromosomenzahl sehr viel weniger stark von der diploiden abweicht als die der tetraploiden Formen, mögen dennoch in ihrer äußeren Gestaltung stärkere Unterschiede gegenüber dem Typus der Stammart aufweisen. Und zwar deswegen, weil bei den tetraploiden Formen das gegenseitige Verhältnis der Anlagen zueinander nicht geändert ist; sie sind alle miteinander verdoppelt und halten sich sozusagen nach wie vor das Gleichgewicht, so daß der Typus der Mutterart nur in denjenigen Eigenschaften verändert zur Schau getragen wird, die durch die Chromosomenzahl unmittelbar oder korrelativ beeinflußt werden. Wenn dagegen nur ein Chromosoma oder einige wenige Chromosomen aus dem ganzen Satze verdoppelt worden sind, dann sind auch nur für einige Merkmale die Anlagen in verstärktem Maße vorhanden, und das wird zur Folge haben, daß bei sonst ungeänderter Gestaltung eine Eigenschaft oder einige wenige Eigenschaften allein

verändert auftreten. Das kann aber leicht zu einer auffälligeren Verschiebung des Gesamtbildes führen als durch die Tetraploidie bedingt wird, und eine Fülle der verschiedenartigsten »Mutationen« hervorrufen. Wenn z. B. die Anlagen für die Merkmale Blattbreite und Blattlänge in verschiedenen Chromosomen lokalisiert sind, so sind, je nachdem das eine oder das andere Chromosoma verdoppelt wird, zwei ganz verschiedene $2x + 1$ - Formen denkbar: eine mit unverhältnismäßig breiten, und eine mit unverhältnismäßig langen Blättern, — etwa der Oenothera lata und Oen. incurvata (Gates 1915 a, p. 147 ff.) entsprechend, von denen die erste breitblättrig, die zweite schmalblättrig ist, und die sich beide von ihrer Mutterart Oen. Lamarckiana durch den Besitz von $2x + 1 = 15$ Chromosomen unterscheiden.

X. Ausblick.

Nachdem in der vorliegenden Arbeit eine Methode angegeben worden ist, durch die es gelingt, bei Solanum-Arten tetraploide Formen experimentell zu erzeugen, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß auf demselben Wege die Herstellung entsprechender Formen auch bei anderen Arten gelingen wird. Bei der großen Bedeutung, die solche willkürlich erzeugte »Mutationen« für die Wissenschaft besitzen, und die sie für die Praxis bekommen können (vgl. de Vries 1913, S. 2), ist es erwünscht, daß die Methode möglichst ausgedehnte Anwendung fände. Soll sie zielbewußt angewendet werden und zu Erfolgen führen, so ist zweierlei erforderlich:

Ihrem Wesen nach ist die Methode nur anwendbar bei Pflanzen, die zur Bildung von Adventivsprossen befähigt sind und sich aufeinander pfropfen lassen. Es ist also dringend erforderlich, daß die Bedingungen, unter denen die Pflanzen zur Adventivsproßbildung zu veranlassen sind, möglichst genau und bei möglichst vielen Pflanzen untersucht werden. Die Befähigung zur Erzeugung von Adventivsprossen ist, wie mir meine eigenen ausgedehnten Regenerationsstudien, die mich seit vielen Jahren beschäftigen, beweisen, viel weiter verbreitet als man gemeinhin denkt; die richtigen Bedingungen sind aber in manchen Fällen schwer zu finden und herzustellen. Besonders sind natürlich Kulturgewächse wie die Kartoffel, der Tabak und andere,

nach dieser Richtung hin zu untersuchen; es bedarf keines Hinweises, wie wichtig unter Umständen tetraploide riesenwüchsige Rassen der genannten Gewächse sein könnten. Vielleicht gelingt auf diese Weise auch noch einmal die experimentelle Herstellung der Oenothera gigas de Vries aus Oenothera Lamarckiana. Allerdings fand Lodewijks (1908) die Oenotheren nicht zur Bildung von Adventivsprossen befähigt. Aber auch hier wird wohl die Methodenfrage eine wesentliche Rolle spielen.

Zweitens ist folgendes zu beachten: ich habe für die beiden Solanumarten nachgewiesen und es für andere höhere Pflanzen wahrscheinlich zu machen gesucht, daß ihr Körper keineswegs, wie allgemein angenommen wird, nur aus genau diploiden Zellen besteht, sondern daß in durchaus nicht unerheblicher Anzahl neben diploiden Zellen solche vorkommen, die mehr oder weniger stark heteroploid sind. Es hat sich dabei gezeigt, daß uns so gut wie alle Grundlagen für die exakte Beurteilung der wirklich im Soma vorhandenen Chromosomenzahlen fehlen. Hier also hat die Zytologie eine wichtige und dringende Aufgabe zu lösen, an deren möglichst rascher Bearbeitung auch die Vererbungswissenschaft ein sehr erhebliches Interesse hat. Denn wenn einmal sicher bekannt ist, daß in einer Pflanze heteroploide Zellen vorhanden sind, und wenn man die Entwicklungsstadien und Gewebe, in denen sie häufig sind, genau kennt, dann wird es sicher möglich sein, bei genügend großem Umfang der Versuche aus diesen heteroploiden Zellen unmittelbar Adventivsprosse zu erhalten, denen die entsprechende heteroploide Chromosomenzahl zukommt. In diesen aber müssen wieder neue und andere heteroploide Chromosomenzahlen vorkommen, so daß sich auf diesem Wege sehr vielerlei Formen mit verschiedenen Chromosomenverhältnissen ergeben müssen.

Hier könnte eingewendet werden, daß gegen diese Möglichkeiten die Erfahrungstatsache spräche, daß Adventivsprosse, soweit bisher bekannt, den Typus der Mutterpflanze genau zu wiederholen pflegen. Das ist richtig, aber auch verständlich, da eben Adventivsprosse vor allem aus den Kambiumzellen entstehen, bei denen die normale diploide Chromosomenzahl zu erwarten ist. Aber allerdings können auch andere Zellen sich daran beteiligen, und eine genaue Untersuchung der Adventiv-

sprosse in zytologischer und vererbungstheoretischer Hinsicht wäre von diesem Gesichtspunkte aus vielleicht nicht undankbar. Besonders wichtig sind dabei Wurzelsprosse, an denen ja gelegentlich auch Abweichungen beobachtet worden sind. Ich werde im 2. Bande meines Pfropfbastardbuches, der die Chimären behandelt, auseinandersetzen, daß sich solche Abweichungen von Wurzelsprossen in manchen Fällen damit erklären, daß die Mutterformen Periklinalchimären sind: da die Wurzeln endogen entstehen, so streifen sie die andersartigen Außenschichten bei ihrer Entstehung ab, und wenn Sprosse sich an ihnen bilden, so bestehen diese rein aus der Innenkomponente der Mutterform. In anderen Fällen mag aber wohl die Erklärung die sein, daß die Mutterzellen der Wurzel, an der der abweichende Sproß erschien, heteroploide Chromosomenzahl besaßen.

Sind einmal tetraploide oder sonstwie heteroploide Formen dargestellt, so ergeben sich weitere Möglichkeiten dadurch, daß die neuen Formen zu den Versuchen mit verwendet werden, wie das unmittelbar mit den gigas-Formen von Solanum geschehen soll. Da die tetraploiden Formen den diploiden darin gleichen, daß sie sich nicht nur aus lauter Zellen mit der für sie typischen somatischen Chromosomenzahl aufbauen, so können aus ihnen Adventivsprosse mit hypertetraploiden, oktoploiden usw. Zellen herausgezogen werden. Ferner sollen die tetraploiden und die diploiden Formen gegenseitig aufeinandergepfropft werden, wodurch die Bedingungen für die Entstehung einer hexaploiden Form gegeben sind. Triploide Formen sind durch Kreuzbestäubung der diploiden und tetraploiden zu erhalten; wie erwähnt, setzen die tetraploiden Solanum-Formen nach Bestäubung mit dem Pollen der diploiden Stammart Früchte an.

So wird sich auch die Frage entscheiden lassen, wie weit sich die Steigerung der Chromosomenzahl treiben läßt. Daß die Chromosomenzahl an sich noch weit über das tetraploide Maß hinaus gesteigert werden kann, ergibt sich aus dem im VIII. Kapitel nachgewiesenen Vorkommen von Zellen mit der 8- und der 16fachen Chromosomenzahl im normalen Pflanzenkörper[1].

[1]) Wenn das für die Tomate Nachgewiesene auch für den Nachtschatten gilt, was anzunehmen ist, dann müssen in dieser Pflanze Zellen vorhanden sein, deren Kerne gegen 600 Chromosomen besitzen, und bei der gigas-Form solche mit weit mehr als 1000!

Wie der Augenschein lehrt, sind diese Zellen teilungsfähig. Damit ist aber freilich noch nicht gesagt, daß nun auch Formen mit lauter hochgradig polyploiden Kernen existenzfähig sind. Man wird vielmehr annehmen müssen, daß die Störungen mit dem Grade der Entfernung von der diploiden Zahl steigen. Ich habe früher (Winkler 1908a, S. 119) den Gedanken ausgesprochen, daß die Chromosomenzahlen, die wir bei den natürlichen Arten finden, und die wir aus bekannten Gründen die diploide nennen, phylogenetisch dadurch zustande gekommen sind, daß durch wiederholte Gametenverschmelzungen Steigerungen der ursprünglichen Chromosomenzahl zustande kamen, die dann ihr Ende fanden, als die — von der Chromosomenzahl abhängige — für die Spezies günstigste Zellgröße erreicht war. Dann mußte die weitere Steigerung naturgemäß aufhören, was nur dadurch möglich war, daß die Gametenbildung aufhörte. Denn mit der Gametenverschmelzung ist eben die Verdoppelung der Chromosomenzahl verbunden, die dann über das optimale Maß hinausgeführt hätte. Daher wurde die diploide Generation zum Sporophyten, die haploide zum Gametophyten.

Nach dieser Auffassung müssen künstlich tetraploid gemachte Formen den diploiden gegenüber gewisse Benachteiligungen zutage treten lassen und die Störungen mit jeder weiteren Vermehrung der Chromosomenzahl schwerer werden. In der Tat sind ja auch unsre gigas-Formen den diploiden gegenüber durch ihre hochgradige Sterilität und vielleicht auch einige andere Eigenschaften in entschiedenem Nachteil, so daß sie trotz ihres Riesenwuchses in der freien Natur kaum dauernd erhaltungsfähig wären. Es ist kaum zu bezweifeln, daß für noch höher polyploide Formen das gleiche gilt und weiteres hinzukommt. Denn es ist eigentlich selbstverständlich, daß die Größe der Chloroplasten, die Weite der Gefäße, die Dicke des Blattes und andre unmittelbar von der Chromosomenzahl abhängige Eigenschaften nicht über ein gewisses Maß hinaus gesteigert werden können, wenn Schädigungen ausbleiben sollen.

Zum Schlusse möchte ich auch an dieser Stelle für seine wertvolle Mitarbeit herzlich danken meinem Freunde, Herrn

Dr. Reinhard Gast, Assistenten an der zoologischen Station in Neapel, der mir während des vergangenen Winters nicht nur bei der Herstellung und kritischen Durchsicht der vielen Hunderte von Präparaten geholfen hat, sondern dem auch die exakten Zeichnungen auf den Tafeln und ein großer Teil der Textabbildungen zu verdanken sind.

Endlich möchte ich mit besonderer Anerkennung des Herrn Obergärtners Hildebrandt gedenken, dessen verständnisvoller Pflege die Versuchspflanzen anvertraut sind.

Hamburg, Institut für allgemeine Botanik, Juni 1916.

Literaturverzeichnis.

Artom, C., 1911, Analisi comparativa della sostanza cromatica nelle mitosi di maturazione e nelle prime mitosi di segmentazione dell' uovo dell' Artemia sessuata di Cagliari (univalens) e dell' uovo dell' Artemia partenogenetica di Capodistria (bivalens). Archiv für Zellforschung. 1911/12. **7**, 277—295. Taf. 25—27.

—, 1912, Le basi citologiche di una nuova sistematica del genere Artemia. Archiv für Zellforschung. 1912/13. **9**, 87—113. Taf. 9 u. 10.

Armbruster, L., 1913, Chromosomenverhältnisse bei der Spermatogenese solitärer Apiden (Osmia cornuta Latr.). Archiv für Zellforschung. 1913. **11**, 242—326.

Bartlett, H. H., 1914, An account of the cruciate-flowered Oenotheras of the subgenus Onagra. American Journal of Botany. 1914. **1**, 226—243. pl. 19—21.

—, 1915a, The mutations of Oenothera stenomeres. American Journal of Botany. 1915. **2**, 100—109.

—, 1915b, The experimental studies of genetic relationships. American Journal of Botany. 1915. **2**, 132—155.

Beer, R., and Arber, A., 1915, On the occurrence of binucleate and multinucleate cells in growing tissues. Annals of Botany. 1915. **29**, 597—598.

Bonnet, J., 1912, Recherches sur l'évolution des cellules-nourricières du pollen, chez les Angiospermes. Archiv für Zellforschung. 1911/12. **7**, 604—722. Taf. 39—45.

Braun, A., 1850, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Freiburg i. B. 1849—50. 364 S. Mit 3 Taf.

Davis, B. M., 1911, Cytological Studies on Oenothera. III. A Comparison of the Reduction Divisions of Oenothera Lamarckiana and O. gigas. Annals of Botany. 1911. **25**, 941—974. pl. 71—73.

Franck, W. J., 1911, Somatische kern- en celdeeling en microsporogenese bij het suikerriet. Acad. proefschrift Delft. Amsterdam. 1911. 184 S. Mit 8 Taf.

Frisendahl, A., 1912, Cytologische und entwicklungsgeschichtliche Studien an Myricaria germanica Desv. Kgl. svenska Vetenskapsakad. Handlingar 1912. **48**, Nr. 7. 62 S. Mit 3 Taf.

Gates, R. R., 1911, Mutation in Oenothera. American Naturalist. 1911. **45**, 577—606.

—, 1912, Somatic Mitoses in Oenothera. Annals of Botany. 1912. **26**, 993—1010. pl. 86.

—, 1913, Tetraploid Mutants and Chromosome Mechanisms. Biologisches Centralblatt. 1913. **33**, 92—99, 113—150.

—, 1915a, The mutation factor in evolution with particular reference to Oenothera. London. 1915. 353 pp.

—, 1915b, Heredity and mutation as cell phenomena. American Journal of Botany. 1915. **2**, 519—528.

Gates R. R., and Thomas N., 1914, A Cytological Study of Oenothera mut. lata and Oe. mut. semilata in Relation to Mutation. Quarterly Journ. of Microsc. Soc. 1914. **59**, 523—571. pl. 35—37.

Gerassimow, J. J., 1902, Die Abhängigkeit der Größe der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Zeitschr. f. allg. Physiol. 1902. **1**, 220—258.

—, 1905, Über die kernlosen und die einen Überfluß an Kernmasse enthaltenden Zellen bei Zygnema. Hedwigia. 1905. **44**, 50—56.

Goldschmidt, R., 1913, Einführung in die Vererbungswissenschaft. 2. Aufl. Leipzig u. Berlin. 1913. 546 S.

Gregory, R. P., 1914, On the Genetics of Tetraploid Plants in Primula sinensis. Proceedings of the Royal Society. London. 1915. B. **87**, 484—492.

Guignard, L., 1884, Recherches sur la structure et la division du noyau cellulaire chez les végétaux. Annales d. sciences naturelles. 6. sér. Botanique. 1884. **17**, 1—59. pl. I—V.

Haberlandt, G., 1887, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena. 1887.

—, 1909, Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig. 1909.

Häcker, V., 1907, Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie. 1909. **1**, 1—136.

Harper, R. A., 1912, Some current conceptions of the germ plasm. Science, N. S. 1912. **35**, 909—923.

Heribert-Nilsson, N., 1912, Die Variabilität der Oenothera Lamarckiana und das Problem der Mutation. Ztschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1912. **8**, 89—231. Taf. 3—5.

—, 1914, Referat über R. R. Gates. Tetraploid Mutants and Chromosome Mechanisms. Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914, **12**, 61—63.

Hertwig, O., 1916, Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. Jena. 1916.

Huss, H. A., 1906, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Antipoden. Beihefte z. Botan. Centralblatt. 1906. **20**, Abt. I. 77—174. Taf. 4—9.

Hyde, E., 1909, The reduction division in the anthers of Hyacinthus orientalis L. The Ohio Naturalist. 1909. **9**, 539—544. pl. 32.

Johannsen, W., 1913, Elemente der exakten Erblichkeitslehre 2. Aufl. Jena. 1913. 723 S.

Johow, F., 1880, Untersuchungen über die Zellkerne in den Sekretbehältern und Parenchymzellen der höheren Monocotylen. Dissert. Bonn. 1880.

Kallen, F., 1882, Verhalten des Protoplasma in den Geweben von Urtica urens, entwicklungsgeschichtlich dargestellt. Flora. 1882. **65,** 65—92, 97—105.

Kemp, H. P., 1910, On the Question of the Occurrence of »Heterotypical Reduction« in Somatic Cells. Annals of Botany. 1910. **24,** 775—803. pl. 66 u. 67.

Küster, E., 1916, Pathologische Pflanzenanatomie. 2. Aufl. Jena 1916.

Lodewijks, J. A., 1908, Vegetatieve vermenigvuldiging van Oenothera's. Akad. Proefschrift. Amsterdam. 1908. 113 S.

Lotsy, J. P., 1915, Kreuzung oder Mutation die mutmaßliche Ursache der Polymorphie? Zeitschr. f. indukt. Abstammgs- u. Vererb.-Lehre. 1915. **14,** 204—225.

Lundegårdh, H., 1914, Zur Mechanik der Kernteilung. Svensk Botanisk Tidskrift. 1914. **8,** 162—180.

Lutz, A. M., 1912, Triploid Mutants in Oenothera. Biol. Centralbl. 1912. **32,** 385—435.

Mac Dougal, D. T., 1911, Alterations in heredity induced by ovarial treatments. Botanical Gazette. 1911. **51,** 241—257.

Marchal, 'El. et 'Em., 1909, Aposporie et sexualité chez les Mousses. Bulletins de l'Académie royale de Belgique. Classe d. sciences. 1909. Nr. 12. 1249—1288.

—, 1911, Aposporie et sexualité chez les Mousses. Bulletins de l'Académie royale de Belgique. Classe d. sciences. 1911. Nr. 9—10. 750—778.

Miehe, H., 1901, Über die Wanderungen des pflanzlichen Zellkernes. Flora. 1901. **88,** 105—142. Taf. 11.

Müller, H. A. Cl., 1912, Kernstudien an Pflanzen. I u. II. Arch. f. Zellforschg. 1912. **8,** 1—51. Taf. I u. II.

Nachtsheim, H., 1913. Cytologische Studien über die Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene (Apis mellifica L.). Arch. f. Zellforschg. 1913. **11,** 169—241. Taf. 7—10.

Němec, B., 1903, Über ungeschlechtliche Kernverschmelzungen. (II.—III. Mitteilung). Sitzungsberichte d. kgl. böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften in Prag. II. Classe. 1903. XXVII, 1—9, XLII, 1—11.

—, 1904a, Über ungeschlechtliche Kernverschmelzungen (IV. Mitteilung). Sitzungsber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. in Prag. II. Classe 1904 **XIII,** 1—14.

—, 1904b, Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zelltheilung. Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. 1904. **39,** 645—730.

—, 1905, Studien über die Regeneration. Berlin 1905.

—, 1910, Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen. Berlin 1910.

—, 1912, Über die Befruchtung bei Gagea. Bull. international de l'Acad. d. Sciences de Bohême. 1912. **17,** p. 1—17.

Nestler, A., 1898, Über die durch Wundreiz bewirkten Bewegungserscheinungen des Zellkernes und des Protoplasmas. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Classe. 1898. **107,** Abth. I, 708—730; 1 Taf.

Pace, L., 1914, Two species of Gyrostachys. Baylor University Bull. 1914. **17,** 1—16.

Palm, Bj., 1915, Studien über Konstruktionstypen und Entwicklungsgewebe des Embryosackes der Angiospermen. Diss. Stockholm. 1915. 259 S.

Paulmann, R., 1914, Über die Anatomie des Laubblattes. Flora. 1915. **107,** 227—258.

Pirotta, R., e L. Buscalioni, 1898, Sulla presenza di elementi vascolari multinucleati nelle Dioscoreacee. Annuario del R. Istituto botanico di Roma. 1898. **7,** 237—254; tav. 9—12.

Prankerd, T. L., 1915, Notes on the occurrence of multinucleate cells. Ann. of Botany. 1915. **29,** 599—604.

Prillieux, Ed., 1880, Altérations produites dans les plantes par la culture dans un sol surchauffé. Ann. d. sc. nat. 6. sér. Bot. 1880. **10,** 347—360. pl. 3 et 4.

Renner, O., 1914, Befruchtung und Embryobildung bei Oenothera Lamarckiana und einigen verwandten Arten. Flora. 1914/1915. **107,** 115—150; Taf. 12 u. 13.

Richter, O., 1900, Ein neues Macerationsmittel für Pflanzengewebe. Österr. bot. Zeitschr. 1900. **50,** 5—11.

Ritter, G., 1911, Über Traumatotaxis und Chemotaxis des Zellkernes. Zeitschr. f. Bot. 1911. **3,** 1—42.

Rosen, F., 1894, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen. III. Kerne und Kernkörperchen in meristematischen und sporogenen Geweben. Beitr. z. Biolog. d. Pflanzen. 1894. **7,** 225—313; Taf. 2—4.

Sabline, V., 1903, L'influence des agents externes sur la division des noyaux dans les racines de Vicia faba. Revue générale de Bot. 1903. **15,** 481—497, pl. 15 et 16.

Sachs, J., 1893, Über einige Beziehungen der spezifischen Größe der Pflanzen zu ihrer Organisation. Flora. 1893. **77,** 49—81.

Samuels, J. A., 1913, Études cytologiques sur les relations existant entre le noyau et le développement des cristaux dans les cellules parenchymateuses du périanthe d'Anthurium. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc. Paris. 1913. **156,** 1275—1277.

Schmitz, Fr., 1879, Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzgsber. d. niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde in Bonn. 1879. **36,** 345—376.

Schrammen, F. R., 1902, Über die Einwirkung von Temperaturen auf die Zellen des Vegetationspunktes des Sprosses von Vicia faba. Diss. Bonn. 1902. 52 S., 1 Taf.

Schürhoff, P., 1906, Das Verhalten des Kernes im Wundgewebe. Beihefte z. Bot. Centralbl., Abt. 1. 1906. **19,** 359—382; Taf. 9.

Schürhoff, P., 1916, Kernverschmelzungen in der Sproßspitze von Asparagus officinalis. Flora. 1916. **109**, 55—59.

Schweidler, J. H., 1910, Über traumatogene Zellsaft- und Kernübertritte bei Moricandia arvensis D C. Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. 1910. **48**, 551—590; Taf. 11.

Sierp, H., 1913, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses. Jahrb. f. wissenschaftl. Bot. 1913. **53**, 1—70.

Simon, S., 1908, Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Kallusgewebe von Holzgewächsen. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1908. **45**, 351—478.

Smolák, H. 1904, Über vielkernige Zellen bei einigen Euphorbiaceen. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. de Bohême. 1904. **9**, 1—15.

Stomps, Th. J., 1910, Kerndeeling en synapsis bij Spinacia oleracea L. Acad. Proefschr. Amsterdam. 1910.

—, 1912, Die Entstehung von Oenothera gigas de Vries. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1912. **30**, 406—416.

—, 1914, Parallele Mutationen bei Oenothera biennis L. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1914. **32**, 179—188.

—, 1916, Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren. Biolog. Centralbl. 1916. **36**, 129—160.

Strasburger, E., 1907a, Die Ontogenie der Zelle seit 1875. Progr. rei bot. 1907. **1**, 1—138.

—, 1907b, Über die Individualität der Chromosomen und die Pfropfhybriden-Frage. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907. **44**, 482—555.

—, 1908, Chromosomenzahlen, Plasmastrukturen, Vererbungsträger und Reduktionsteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1908. **45**, 479—570; Taf. I—III.

—, 1909, Meine Stellungnahme zur Frage der Pfropfbastarde. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1909. **27**, 511—528.

—, 1911, Kernteilungsbilder bei der Erbse. Flora. 1911. **102**, 1—23.

Tischler, G., 1915, Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche. Progr. rei bot. 1915. **5**, 164—284.

Treub, M., 1880, Sur des cellules végétales à plusieurs noyaux. Arch. néerland. des sc. exactes et naturelles. Haarlem. 1880. **15**, 39—60.

della Valle, P., 1909, L'organizzazione della cromatina studiata mediante il numero dei cromosomi. Arch. zoologico. 1909. **4**, 1—177; tav. 1.

de Vries, H., 1901, Die Mutationstheorie. 1. Bd. Die Entstehung der Arten durch Mutation. Leipzig. 1901.

—, 1906, Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. Übers. v. H. Klebahn. Berlin. 1906.

—, 1913, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung Oenothera. Berlin. 1913.

Winkler, Hans, 1906, Botanische Untersuchungen aus Buitenzorg. II. 7. Über Parthenogenesis bei Wikstroemia indica (L.) C. A. Mey. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg 2e. Sér. 1906. **5**, 208—276; pl. XX—XXIII.

—, 1907, Über Pfropfbastarde und pflanzliche Chimären. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1907. **25**, 568—576.

Winkler, Hans, 1908a, Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Jena. 1908.
—, 1908b, Solanum tübingense, ein echter Pfropfbastard zwischen Tomate und Nachtschatten. Ber. d. d. bot. Ges. 1908. **26a,** 595—608.
—, 1909, Über die Nachkommenschaft der Solanum-Pfropfbastarde und die Chromosomenzahlen ihrer Keimzellen. Zeitschr. f. Bot. 1909. **2,** 1—38.
—, 1910, Über das Wesen der Pfropfbastarde. (Vorl. Mitt.). Ber. d. d. bot. Ges. 1910. **28,** 116—118.
—, 1912, Untersuchungen über Pfropfbastarde 1. Teil. Jena. 1912.
Yamanouchi, S., 1909, Mitosis in Fucus. Botanical Gazette. 1909. **47,** 173—197.

Erklärung der Tafeln.

Die Zeichnungen wurden mit dem Abbéschen Zeichenapparat mit möglichster Genauigkeit entworfen und dann nach Augenmaß ausgeführt. Wenn bei der Kleinheit der Chromosomen absolute Genauigkeit sich nicht immer erreichen läßt, so stimmen doch Zahl, Lage und Größe der Chromosomen in der Zeichnung im wesentlichen mit dem Präparat überein. Vom Zellplasma ist der optische Schnitt in der Höhe der Chromosomenplatte wiedergegeben. Alle Chromosomen sind in eine Ebene projiziert gezeichnet, Faltungen und ein etwaiges Schrägliegen der Mitose kommen deshalb in der Zeichnung nicht zum Ausdruck, ebenso nicht eine höhere oder tiefere Lage einzelner oder mehrerer Chromosomen. Im allgemeinen erscheint die gezeichnete Mitose klarer als im Präparat, weil die Farbdifferenzen stärker wiedergegeben wurden, als sie im Präparat sind, und weil die Räume zwischen den Chromosomen heller und (durch Lichtübergreifen) weiter erscheinen.

Dr. Reinhard Gast.

Tafel IV.

Fig. 1. Solanum proteus, A. Präparat Nr. 20, Reihe 4, Schnitt 2. Pollenmutterzelle während der ersten Reduktionsteilung im Stadium der Äquatorialplatte. 12 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 2. Solanum Koelreuterianum, C. von 84. Präparat Nr. 20, Reihe 2, Schnitt 4. Pollenmutterzelle im gleichen Stadium wie in Fig. 1, 12 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 3. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 33b, Reihe 5, Schnitt 10. Pollenmutterzelle im gleichen Stadium wie in Fig. 1 und 2. 24 Chromosomen. — Vergr. 1900

Fig. 4. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 18. Reihe 2, Schnitt 5. Pollenmutterzelle während der zweiten Reduktionsteilung. Die beiden Spindeln liegen einander parrallel, beide Kernplatten in derselben Ebene. Je 24 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 5. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 87b, Reihe 3, Schnitt 9. Rindenzelle einer Adventivwurzel, dritte Schicht von außen. Somatische Karyokinese im Stadium der Kernplatte. 24 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 6. Solanum proteus, A. Präparat Nr. 42, Reihe 6, Schnitt 9. Zelle aus der subepidermalen Schicht einer Samenknospe. Kern in Teilung, Stadium der Äquatoriaplatte. 24 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 7. Solanum proteus, A. Präparat Nr. 43, Reihe 4, Schnitt 2. Zelle aus dem Mesophyll eines Blütenblattes. Kern im gleichen Teilungsstadium wie in Fig. 5 und 6. 24 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 8. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 87 b, Reihe 3, Schnitt 8. Zelle aus der innersten Rindenschicht einer Adventivwurzel. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 26 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 9. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 87a, Reihe 4, Schnitt 11. Zelle aus demselben Gewebe derselben Wurzel wie in Fig. 8, Kern im gleichen Teilungsstadium. 27 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 10. Solanum Koelreuterianum von 15126. Präparat Nr. 23, Reihe 4, Schnitt 10. Parenchymzelle neben dem Gefäßbündel einer Anthere. Kern im Stadium der Äquatorialplatte. 48 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 11. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 24, Reihe 3, Schnitt 8. Parenchymzelle einer Anthere, Kern im gleichen Teilungsstadium wie in Fig. 10. 48 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 12. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 62a, Reihe 5, Schnitt 1. Zelle aus dem Rindenparenchym einer Adventivwurzel, dritte Schicht von außen. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 48 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 13. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 62a, Reihe 6, Schnitt 8. Zelle aus dem gleichen Gewebe derselben Wurzel, Kern im gleichen Teilungsstadium. 51 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 14. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 61a, Reihe 3, Schnitt 23. Zelle aus dem Rindenparenchym einer Adventivwurzel, mittlere Schicht. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 52 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 15. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 86b, Reihe 5, Schnitt 8. Zwei nebeneinanderliegende verschieden große Zellen aus dem Mark des Stengels, nahe an einem Gefäßbündel. Die größere Zelle hat auch einen größeren Kern und größere Chromatophoren. — Vergr. 1500.

Tafel V.

Fig. 1. Solanum Kolreuterianum v. 15179. Präparat Nr. 37, Reihe 5, Schnitt 8. Zelle aus der neben der Stärkescheide nach innen zu gelegenen Parenchymschicht des Stengels, Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 24 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 2. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 81a, Reihe 5, Schnitt 8. Zelle aus der Stärkescheide des Stengels, Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 24 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 3. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 81b, Reihe 4, Schnitt 3. Zelle aus dem Mark des Stengels, Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 26 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 4. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 81a, Reihe 3, Schnitt 7. Zelle aus dem Mark des Stengels, Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 48 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 5. Solanum Koelreuterianum v. 15179. Präparat Nr. 13b, Reihe 1, Schnitt 1. Kollenchymzelle des Stengels unmittelbar unter der Epidermis. Die Äquatorialplatte des sich teilenden Kernes besteht anscheinend aus zwei Teilkernplatten mit 50 und 52 Chromosomen; insgesamt sind 102 Chromosomen vorhanden. — Vergr. 1900.

Fig. 6. Solanum Koelreuterianum von 15179. Präparat Nr. 13a, Reihe 5, Schnitt 3. Kollenchymzelle des Stengels in Teilung. Die Kernplatte enthält 198 Chromosomen, sie ist nach außen zu in zwei Schenkel gespalten, von denen der in der Zeichnung links befindliche tiefer liegt als der rechte. — Vergr. 1900.

Fig. 7. Solanum lycopersicum, König Humbert gelbfrüchtig, Linie A. Präparat Nr. 81b, Reihe 4, Schnitt 8. Zelle aus der Stärkescheide des Stengels, die zwei nebeneinanderliegende Kerne enthält. — Vergr. 1900.

Fig. 8. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 38, Reihe 3, Schnitt 7. Zelle aus dem inneren Rindenparenchym des Stengels, Kern in Teilung. Stadium der Äquatorialplatte. 51 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 9. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 38, Reihe 5, Schnitt 2. Zelle aus dem Mark desselben Stengels, der die in Fig. 8 abgebildete Zelle enthält. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 52 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 10. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 38, Reihe 4, Schnitt 6. Kollenchymzelle desselben Stengels, der die in Fig. 8 und 9 abgebildeten Zellen enthält. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 105 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 11. Solanum tübingense v. 15170. Präparat Nr. 29, Reihe 6, Schnitt 9. Querschnitt durch die Antherenwand. Eine Zelle der Epidermis und eine daneben liegende Zelle der subepidermalen Schicht sind im gleichen Teilungsstadium getroffen und zeigen anschaulich die Zusammensetzung der Periklinalchimäre Solanum tübingense v. 15170 aus einer Epidermis von Solanum lycopersicum und einem Gewebekern von Solanum nigrum gigas. Eine genaue Feststellung der Chromosomenzahlen — 24 und 144 — war bei den beiden abgebildeten Mitosen nicht möglich. — Vergr. 1500.

Fig. 12. Solanum Kolreuterianum v. 15179. Präparat Nr. 9b, Reihe 4, Schnitt 2. Einige Zellen des Dermatogens und der darunter liegenden Zellen des Vegetationspunktes. Die von Solanum nigrum stammenden Dermatogenzellen enthalten viel größere Kerne als die Zellen des von Solanum lycopersicum stammenden Gewebeinneren. — Vergr. 1500.

Fig. 13. Solanum Koelreuterianum v. 15126. Präparat Nr. 39, III, Reihe 3, Schnitt 5. Der Fig. 12 entsprechender Zellkomplex aus dem Vegetationspunkt. Das Dermatogen stammt auch hier von Solanum nigrum, das Gewebeinnere aber von Solanum lycopersicum gigas; dementsprechend sind die Kerne darin größer als in Fig. 12. — Vergr. 1500.

Tafel VI.

Fig. 1. Solanum Gaertnerianum, B. Präparat Nr. 2, Reihe 2, Schnitt 10. Pollenmutterzelle während der ersten Reduktionsteilung im Stadium der Äquatorialplatte. 36 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 2. Solanum Gaertnerianum, B. Präparat Nr. 2, Reihe 2, Schnitt 5. Pollenmutterzelle im gleichen Stadium wie in Fig. 1. 36 Chromosomen — Vergr. 1900.

Fig. 3. Solanum tübingense v. 15170. Präparat Nr. 47, Reihe 7, Schnitt 7. Pollenmutterzelle im gleichen Stadium wie in Fig. 1 und 2. 72 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 4. Solanum tübingense v. 15170. Präparat Nr. 39, Reihe 2, Schnitt 7. Pollenmutterzelle im gleichen Stadium wie in Fig. 1—3. 72 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 5. Solanum tübingense v. 15170. Präparat Nr. 42, Reihe 5, Schnitt 2. Pollenmutterzelle während des zweiten Teilungsschrittes; abnorme Verteilung der Chromosomen. Vgl. Text S. 441. Die Chromosomen liegen in der Mitte zum Teil übereinander, so daß die gezeichnete Zahl nicht mit der wirklich festgestellten (144) übereinstimmt. — Vergr. 1900.

Fig. 6. Solanum tübingense, A. Präparat Nr. 46, Reihe 5, Schnitt 1. Zelle aus dem Rindenparenchym einer Adventivwurzel. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 72 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 7. Solanum Gaertnerianum v. 15112. Präparat Nr. 2, Reihe 3, Schnitt 11. Zelle aus dem Mesophyll eines Kelchblattes. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 72 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 8. Solanum Gaertnerianum v. 15112. Präparat Nr. 2, Reihe 4, Schnitt 11. Zelle aus dem Mesophyll eines Kelchblattes. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 72 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Fig. 9. Solanum tübingense v. 15170. Präparat Nr. 18, Reihe 5, Schnitt 7. Zelle aus dem Parenchym des Griffels, fünfte Schicht von außen. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 144 Chromosomen. Die Figur wurde bei 2500 facher Vergrößerung gezeichnet und vom Lithographen auf die jetzige Größe reduziert, die einer 1900 fachen Vergrößerung entspricht.

Fig. 10. Solanum tübingense v. 15170. Präparat Nr. 54, Reihe 6, Schnitt 5. Zelle aus der Stärkescheide des Stengels. Kern in Teilung, Stadium der Äquatorialplatte. 195 Chromosomen. — Vergr. 1900.

Besprechungen.

Pfeffer, W., Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen.

Abh. d. math.-phys. Kl. d. K. sächs. Gesell. d. Wiss. 1915. **34,** 1—154.

Diese dritte in der gleichen Sammlung von Abhandlungen erschienene Arbeit des Verf.s über die Schlafbewegungen geht von der Frage aus: Bei welchen Pflanzen liegen tagesautonome Bewegungen vor, und wie weit sind sie verantwortlich zu machen für das Zustandekommen der normalen Schlafbewegungen?

Was die Methodik anbetrifft, so ist mit Rücksicht auf das vom Verf. 1907 diesbezüglich schon Mitgeteilte nur hinzuzufügen, daß ein Verdunkeln des Gelenkes durch Umhüllen mit schwarzer Watte herbeigeführt wurde, das Verdunkeln der Spreite dadurch, daß dieselbe in eine Tasche von mehrfach übereinandergeklebtem, schwarzem Seidenpapier seitlich hereingeschoben wurde; die überstehenden Ränder der Tasche wurden dann zusammengeklebt, und das Loch am Gelenk durch schwarze Watte verstopft. Als Versuchsobjekte dienten die Blüten von Tulipa und Crocus, die Fiederblättchen von Albizzia lophanta, die Primärblätter von Phaseolus vulgaris, Flemingia congesta und der Hauptblattstiel von Mimosa Speggazzinii.

Die Blüten von Tulipa reagieren besonders stark auf Temperaturschwankungen, derart, daß auch bei schnellem Wechsel der Temperatur, 2 : 2 oder 1 : 1 stündig, die Blüten sich entsprechend öffnen und schließen, wobei die Bewegung um so kleiner ausfällt, je kürzer der angewendete Rhythmus ist. Das Verhalten von Crocus stimmt mit demjenigen von Tulipa im wesentlichen überein. Blüten, die sich in dauerndem Licht oder Dunkelheit bei konstanter Temperatur entwickelten, boten keinen Anhaltspunkt für die Annahme der Existenz einer autonomen tagesperiodischen Tätigkeit.

Dasselbe gilt für die Blätter von Albizzia lophanta Benth. auf Grund der Versuche im Dunkeln, bei Dauerlicht und in abgeschwächtem Licht. Die Reaktion auf Lichtreiz nimmt zu mit der Intensität der

Beleuchtung bis zu einem Maximum. Bei dem schnellen Reaktionsvermögen des Objektes treten die Reaktionen auch bei einem 2 : 2 stündigen Lichtwechsel deutlich hervor, ohne einen Anklang an autonome tagesperiodische Schwankungen.

Auf Grund der Versuche an in dauernder Dunkelheit erzogenen Pflanzen von Phaseolus mußten vom Ref. bei diesem Objekt tagesautonome Bewegungen schon früher angenommen werden. Der Verf. kommt in der vorliegenden Arbeit zu dem Entscheid, daß diese tagesautonomen Bewegungen zwar vorhanden, für das Zustandekommen der normalen Bewegungen aber kaumoder gar nicht von Belang sind. Diese Annahme gründet sich auf die Erfahrung, daß bei einem 18 : 18 stündigen Beleuchtungswechsel die Blätter synchrone Bewegungen machen, ohne daß ein Anklang an eine tagesautonome Periodizität zum Ausdruck käme, dann auch darauf, daß bei einer 12 stündigen Verschiebung des 12 : 12 stündigen Rhythmus die Bewegungen sich den neuen Verhältnissen anpassen, und die normalen Ausschläge erreicht werden. Im Dauerlicht führen die freien Blätter kürzere, unregelmäßige Oscillationen aus, während bei einer Verdunkelung des Gelenkes die tagesautonomen Bewegungen zum Ausdruck kommen. Diese Verschiedenheit macht sich auch dann geltend, wenn es sich um die beiden Blätter derselben Pflanze handelt, von denen das eine ein freies, das andere ein verdunkeltes Gelenk hat. Hat ein Blatt mit freiem Gelenk im Dauerlicht jede Spur einer tagesautonomen Betätigung äußerlich verloren, so setzt dieselbe nach Verdunkelung des Gelenkes wieder ein. Es muß also durch die Verdunkelung in dem Gelenk eine Zustandsänderung eintreten, die zur Folge hat, daß eine diesen neuen Außenbedingungen entsprechende selbstregulatorische Tätigkeit tagesperiodische Bewegungen herbeiführt. Haben andererseits die beiden Blätter derselben Pflanze bei verdunkeltem Gelenk tagesautonome Bewegungen ausgeführt, und die Hülle des einen Gelenkes wird entfernt, so werden dadurch die Bewegungen des anderen Blattes nicht merklich beeinflußt. Es scheint demnach keine ausgesprochene Reizleitung von dem einen zu dem anderen Blatte zu bestehen, wenn auch in den beiden Blättern einer Pflanze mit verdunkelten Gelenken eine auffallende Synchronie der Bewegungen merkbar ist. Diese Synchronie erstreckt sich aber nicht auf die kurzperiodischen Schwingungen bei Dauerlicht mit freien Gelenken.

Zu wesentlich anderen Resultaten gegenüber denjenigen von 1907 gelangt der Verf. bei den Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Entstehung der Schlafbewegungen bei Phaseolus. 1907, Seite 368 vertrat der Verf. den Standpunkt, daß durch eine Tempe-

raturerhöhung ein Senken der Blattspreite, durch Temperaturabfall ein Heben derselben bewirkt wind (siehe Kurve 27). Jetzt schließt sich der Verf. der Auffassung Jost's an, daß Temperatursteigerung ein Heben des Blattes, ein Abfall ein Senken bewirkt (Fig. 25 A u. B).

Den Versuchen mit Flemingia (Moghania) congesta Roxb. ist zu entnehmen, daß die Blätter mit verdunkeltem sowohl als mit freiem Gelenk im Dauerlicht kürzere Schwingungen ausführen. Außerdem reagieren diese Blätter synchron auf einen 6 : 6 stündigen, ja sogar auf einen 2 : 2 stündigen Beleuchtungswechsel, jedoch derart, daß bei dem 6 : 6 stündigen Wechsel stets eine größere mit einer kleineren Bewegung abwechselt, worin jedoch der Verf. ein eigenartiges photonastisches Reaktionsvermögen, und nicht den Ausdruck einer tagesautonomen Periodizität sieht. Bei dem 2 : 2 stündigen Rhythmus kam eine 12 stündige Bewegungstätigkeit nicht zum Ausdruck, es wurde mit dem Rhythmus aber erst begonnen, nachdem die Blätter im Dauerlicht ihre Tagesperiodizität eingestellt hatten. Über die Einwirkung der Temperatur auf Flemingia liegen nur wenige Beobachtungen vor, doch scheint diese Pflanze, wenn überhaupt, so doch in geringerem Maße als Phaseolus auf Temperaturwechsel zu reagieren und dann so, daß durch eine langsame Temperatursteigerung ein Senken des Blattes veranlaßt wird. — Wenn nach Ansicht des Verf.s auch nicht hervorgeht, daß Flemingia keine tagesautonomen Bewegungen auszuführen imstande ist, so sind die normalen Schlafbewegungen doch nur durch aïtiogene Reaktionen bedingt.

Das Gelenk des Hauptblattstieles von Mimosa Speggazzinii wird leicht dunkelstarr bei einer Verdunkelung des Gelenkes und des darüber befindlichen Blattstieles. Solange die Bewegungsfähigkeit erhalten bleibt, fällt die Kurve ähnlich aus, wie bei einem freien Gelenk. Bei Dauerlicht treten sowohl bei dem freien, als auch bei dem verhüllten Gelenk kurzperiodische Schwingungen ein.

Auf die vom Verf. angeknüpften theoretischen Betrachtungen wird der Ref. an anderer Stelle eingehen, da eigene Untersuchungen die Basis sein müssen, um manche Verschiedenheiten in der Auffassung klar zu stellen. Die vorliegende Arbeit wird hier aber freudig begrüßt, da sie eine Menge wertvolles Material herbeibringt; es läßt sich besonders mancher für die Reizleitung interessanter Anknüpfungspunkt in dem Dargebotenen finden. R. Stoppel.

Neue Literatur

Allgemeines.

Fischer, E., s. Goeldi.

Goeldi, E. A., und **Fischer, E.,** Der Generationswechsel im Tier- und Pflanzenreich, mit Vorschlägen zu einer einheitlichen biologischen Auffassung und Benennungsweise. (Mitt. naturf. Ges. Bern. *1916.* 1—52.)

Hedin, S. G., Grundrisse der physikalischen Chemie in ihrer Beziehung zur Biologie. J. J. Bergmann, Wiesbaden.

Hertwig, O., Das Werden der Organismen. Eine Widerlegung von Darwins Zufallstheorie. G. Fischer, Jena. *1916.* XII + 710 S.

Jost, L., Der Kampf ums Dasein im Pflanzenreich. (Rektoratsrede. Straßburg. *1916.* 31 S.)

Kerner v. Marilaun, A., Pflanzenleben. 3. Aufl., neubearb. von A. Hansen. 3. Bd.: Die Pflanzenarten als Floren und Genossenschaften (Abstammungslehre und Pflanzengeographie). 63 Abb. i. Text, 9 farb. Taf., 29 schwarz. Taf., 3 Karten. *1916.* Leipzig, Bibl. Institut. XII + 555 S.

Kniep, H., s. unter Physiologie.

Wiesner, J. v., Naturwissenschaftliche Bemerkungen über Entstehung und Entwicklung. (Sitzgsber. Akad. d. Wiss. Wien. M.-n. Kl. *1915.* **124,** 24 S.

—, Bemerkungen zu Herbert Spencers Evolutionsphilosophie. (Jahrb. d. philos. Ges. a. d. Univ. Wien. *1914/1915.* 135—165.)

Zelle.

Abderhalden, E., Neuere Anschauungen über den Bau und den Stoffwechsel der Zelle. Vortrag, geh. an d. 94. Jahresversammlg. d. Schweizer. naturforsch. Gesellschaft in Solothurn. 1911. 2. Aufl. (37 S.) Berlin. *1916.* J. Springer.

Cohen Stuart, C. P., s. unter Angiospermen.

Schürhoff, P. N., Kernverschmelzungen in der Sproßspitze von Asparagus officinalis. (Flora. *1916.* **9,** 55—60.)

Small, J., s. unter Angiospermen.

Gewebe.

Baird, M. M., Anatomy of Platanus occidentalis. (Kansas Univ. Sci. Bull. *1915.* **9,** 281—290.)

Barratt, K., The origin of the endodermis in the stem of Hippuris. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 91—99.)

Bouvier, W., s. unter Angiospermen.

Cohen, Stuart, C. P., s. unter Angiospermen.

Eberstaller, R., s. unter Angiospermen.

Ginzberger, A., s. unter Pflanzengeographie.

Linsbauer, K., s. unter Physiologie.

Neese, P., s. unter Morphologie.

Szafer, W., s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Morphologie.

Chodat, R., s. unter Gymnospermen.

Neese, P., Zur Kenntnis der Struktur der Niederblätter und Hochblätter einiger Laubhölzer. (Flora. *1916.* **9,** 144—187.)

Physiologie.

Abderhalden, E., s. unter Zelle.

Browman, H. H. M., s. unter Ökologie.

Brenchley, W. E., The effect of the concentration of the nutrient solution on the growth of barley and wheat in water cultures. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 77—90.)

Burgerstein, A., Triebkraftversuche bei Gramineen und Leguminosen. (Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Österreich. *1915.* 559—570.)

Cook, F. C., Boron, its absorption and distribution in plants and its effect on growth. (Journ. of agr. Res. *1916.* **5,** 877—890.)

Damm, O., Neues über die Wirkung des Radiums auf die Pflanze. (Prometheus. *1916.* **27,** 344—347.)

Davis, A. R., s. unter Algen.

Eigenhart, O., Die Kohlensäuredüngung. (Ebenda. 353—356.)

Estreicher-Kiernowska, E., Über die Kälteresistenz und den Kältetod der Samen. Freiburg (Schweiz). *1915.* 83 S.

Fraser, M. T., Parallel tests of seeds by germination and by electrical response. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 181—189.)

Haenicke, A., Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von Penicillium und Aspergillus. (Zeitschr. f. Bot. *1916.* **8,** 225—344.)

Heinricher, E., Rückgang der Panaschierung und ihr völliges Erlöschen als Folge verminderten Lichtgenusses; nach Beobachtungen und Versuchen mit Tradescantia Fluminensis Vebl. var. alba striata. (Flora. *1916.* **9,** 40—54.)

Hermann, W., Die Blattbewegungen der Marantaceen und ihre Beziehungen zur Transpiration. (Ebenda. 61—69.)

Holden, H. S., Further observations on the wound reactions of the petioles of Pteris aquilina. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 127—133.)

Klebs, G., s. unter Farne.

Kniep, H., Botanische Analogien zur Psychophysik. (Fortschritte d. Psychol. u. ihrer Anwendungen. *1916.* **4,** 81—119.)

Knight, R. C., On the use of the porometer in stomatal investigation. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 57—76.)

Knudson, L., Toxicity of galactose for certain of the higher plants. (Ann. Missouri Bot. Gard. *1915.* **2,** 659—666.)

Laidlaw, C. G. P., and **Knight, R. C.,** A description of a recording porometer and a note on stomatal behaviour during wilting. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 47—56.)

Leitch, J., Studier over Temperaturens Indeflydelse paa Vaeksthastigheden hos Roden af Pisum sativum. (Oversight over d. kgl. Danske Videnskab. Selsk. Forhandl. *1916.* 109—112.)

—, Some experiments on the influence of temperature on the rate of growth in Pisum sativum. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 25—46.)

Linsbauer, K., Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungsbewegungen. (Flora. *1916.* **9,** 100—143.)

—, Studien über die Regeneration des Sproßvegetationspunktes. (Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. *1915.* **93,** 108—138.)

Livingston, B. E., and **Hawkins, L. A.,** The water relation between plant and soil. (Carneg. Instit. of Washington. *1915.* Publ. **204,** 1—48.)

Molisch, H., Der Scheintod der Pflanze. (Schriften d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. Wien. *1915.* 51—71.)

Muenscher, W. C. L., A study of the relation of transpiration to the size and number of stomata. (Am. Journ. Bot. *1915.* **2,** 487—504.)

Pulling, H. E., and **Livingston, B. E.,** The water supplying power of the soil as indicated by osmometers. (Carneg. Instit. of Washington. *1915.* Publ. **204,** 49—84.)

Richards, H. M., Acidity and gas interchange in Cacti. (Ebenda. Publ. **209,** 107 S.)

Shibata, K., und **Kishida, M.,** Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. II. (Bot. Mag. Tokyo. *1916.* **29,** 316—332.)

Shreve, F., s. unter Pflanzengeographie.

Stoklasa, J., Ist das Kaliumion an der Eiweißsynthese in der Pflanzenzelle beteiligt? (Biochem. Zeitschr. *1916*. **73,** 107—160.)

Stoye, G., Über den Einfluß allseitig wirkenden Druckes auf die Entwicklung der Steinfrüchte. Diss. Halle. *1915*. 63 S.

Tunmann, O., Zur Mikrochemie des Aesculins und zum Nachweis dieses Körpers in Aesculus hippocastanum L. (Schweiz. Apoth.-Ztg. *1916*. **54,** 67—70.)

Vouk, V., Methodisches zur Physiologie des Pflanzenwachstums. (Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden von E. Abderhalden. Wien, Urban u. Schwarzenberg. 222—258.)

Weber, F., Die Azetylenmethode. (Österr. Garten-Zeitg. *1916*. **11,** 33—36.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Cockerell, F. D. A., Variation in Oenothera hewetti. (Science II. *1915*. **42,** [illegible].)

Collins, G. N., and **Kempton, J. H.,** Patrogenesis. (Journ. of Heredity. *1916*. **7,** 106—118.)

Daniel, L., Sur un fruit de noyer contenant une amande de coudrier. (Rev. gén. Bot. *1916*. **28,** 11—14.)

Frimmel, Fr. v., s. unter Angiospermen.

Gilbert, A. W., Heredity of color in Phlox Drummondii. (Journ. of Agric. Research. **4,** 10 S.)

Haenicke, A., s. unter Physiologie.

Heribert-Nilsson, N., Populationsanalysen und Erblichkeitsversuche über die Selbststerilität, Selbstfertilität und Sterilität bei dem Roggen. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1916*. **4,** 1—45.)

Kerner v. Marilaun, A., s. unter Allgemeines.

Kießling, L., Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der zweizeiligen nickenden Gerste. (Ebenda. *1915*. **3,** 81—149.)

Nilsson-Ehle, H., Gibt es erbliche Weizenrassen mit mehr oder weniger vollständiger Selbstbefruchtung? (Ebenda. 1—7.)

Pascher, A., s. unter Algen.

Stout, A. B., The establishment of varieties in Coleus by the selection of somatic variations. (Carneg. Instit. of Washington. *1915*. Publ. **218,** 80 S.)

Zederbauer, E., Untersuchungen über das Gelingen von Bastardierungen zwischen ungleichalterigen Individuen von Pisum sativum. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1915*. **3,** 63—67.)

Ökologie.

Bowman, H. H. M., Adaptability of a sea grass. (Science. N. S. *1916*. **43,** 244—247.)

Fritsch, F. E., s. unter Algen.

Johnson, D. S., and **York, H. H.,** The relation of plants to tide levels: a study of factors affecting the distribution of marine plants. (Carneg. Instit. of Washington. *1915*. Publ. **206.** 162 S.)

Lauterborn, R., Die sapropelische Lebewelt, ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer. (Verh. math.-med. Ver. Heidelberg. *1915*. N. F. **13,** 395—481.)

Mayer-Gmelin, H., Erste Reihe von Untersuchungen über die Bestäubungs- und Befruchtungsverhältnisse beim Rotklee. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1915*. **3,** 67—77.)

Vouk, V., Biologische Untersuchungen der Thermalquellen von Zagorje in Kroatien. (Naturw. Erforsch. Kroatiens und Slavoniens. *1915*. H. 8. 97—119.)

Algen.

Chodat, R., Etudes sur les Conjugées. Sur la copulation d'un Mongeotia. (Bull. Soc. Bot. Genève. 2. Sér. **6**).

Davis, A. R., Enzyme action in the marine algae. (Ann. Missouri Bot. Gard. *1915.* **2,** 771—836.)

Fritsch, F. E., The morphology and ecology of an extreme terrestrial form of Zygnema (Zygogonium) ericetorum (Kuetz.) Hansg. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 135—149.)

Grunow, A., Additamenta ad cognitionem Sargassorum. (Verh. zool.-bot. Ges. Wien. *1915.* **65,** 329—448.)

Hurd, A. M., Codium mucronatum. (Puget Sound Marine Station Publ. *1916.* **1,** 109—135.)

Hylmö, D. E., Studien über die marinen Grünalgen der Gegend von Malmö. (Arkiv f. Bot. *1916.* **14,** No. 15, 57 S.)

Johnson, D. F., und **Harlan, H. Y.**, s. unter Physiologie.

Kylin, H., Über die Befruchtung und Reduktionsteilung bei Nemalion multifidum. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 257—272.)

Oehlkers, J., Beitrag zur Kenntnis der Kernteilungen bei den Charazeen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 223—228.)

Okamura, K., List of marine Algae collected in Caroline Islands, 1915. (Bot. Mag. Tokyo. *1916.* **30,** 1—14.)

Pascher, A., Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: Chlamydomonas. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 228—242.)

Skottsberg, C., Notes on pacific coast algae. I. Pilaiella. (Univ. of California Publ. in Bot. *1915.* **6,** 153—164.)

Smith, A. L., and **Ramsbotton, J.**, Is Pelvetia canaliculata a Lichen? (N. Phytologist. *1915.* **14,** 295—298.)

Suchlandt, O., Dinoflagellaten als Erreger von rotem Schnee. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 242—247.)

Svedelius, N., Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über Scinaia furcellata. (Nov. acta reg. societ. sc. Upsal. Sér. 4. **4,** 55 S.)

Takeda, H., Dysmorphococcus variabilis, gen. et spec. nov. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 151—156.)

—, Scourfieldia cordiformis, a new Chlamydomonad. (Ebenda. 157—159.)

Torka, V., Diatomeen der Brahe und der Netze. (Zeitschr. d. Ges. f. Kunst u. Wiss. Posen. *1916.* **22,** 26—36.)

Bakterien.

Arnd, Th., s. unter angewandte Botanik.

Brussoff, A., Ferribacterium duplex, eine stäbchenförmige Eisenbakterie. (Ebenda. 547—554.)

Coupin, H., Recherches sur les Bactéries de l'eau de mer. (Rev. gén. Bot. *1916.* **28,** 15—32.)

Eddelbüttel, Die Bindung des Luftstickstoffs durch Mikroorganismen. (Mykol. Unters. u. Ber. (Falck). *1916.* H. 2. 256—300.)

Giltner, W., and **Langworthy, H. V.**, s. unter angewandte Botanik.

Janke, A., Die Säuerung des Äthylalkohols durch Essigsäurebakterien. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 534—547.)

Karczag, L., **Móczáv, S.**, **Breuer, E.**, und **Schiff, E.**, Über die Vergärung der Brenztraubensäure durch Bakterien. 2—4. (Biochem. Zeitschr. *1915.* **70,** 317—332.)

Zettnow, E., Breite und Geißeln von Spirillum parvum. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1916.* **78,** 1—3.)

Pilze.

Arthur, J. C., and **Fromme, F. D.**, New species of grass rusts. (Torreya. *1915.* **15,** 260—265.)

Bubák, F., Über Sphaeria leptidea Fr. (Sv. bot. Tidskr. *1915.* **9**).

Bubák, F., Adatok Montenegro gombaflórájához. Dritter Beitrag zur Pilzflora von Montenegro. (Bot. Közlemeny. *1915.* 97—98 u. (39)-(83).

—, Ein Beitrag zur Pilzflora von Galizien und Rußland. (Hedwigia. *1916.* **57,** 329—343.)

Buchheim, A., Étude biologique de Melampsora Lini. (Arch. d. Sc. physiques et naturelles. *1916.* Pér. 4. **41,** 149—154.)

Burt, E. A., The Thelophoraceae of North America V. (Ann. Missouri Bot. Gard. *1915.* **2,** 731—770.)

Falck, R., Über die Sporenverbreitung bei den Ascomyceten. I. Die radiosensiblen Discomyceten. (Mykol. Unters. u. Ber. (Falck). *1916.* H. 2. 77—145.)

Fischer, E., Infektionsversuche mit der Uredinee Thecopsora sparsa. (Mitt. naturf. Ges. Bern. *1916.* 1—2.)

Gäumann, E., Zur Kenntnis der Peronospora parasitica (Pers.) Fries. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 575—578.)

Ginzberger, A., s. unter Pflanzengeographie.

Hägglund, E., Über die gärungshemmende Wirkung der Wasserstoffionen. (Biochem. Zeitschr. *1915.* **69,** 403—415.)

Haenicke, A., s. unter Physiologie.

Henneberg, W., Über das »Volutin« oder die »metachromatischen Körperchen« in der Hefezelle. (Wochenschr. f. Brauerei. *1915.* 301 ff.)

Höhnel, F., Mykologisches. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 321—323.)

Jaap, O., Beiträge zur Kenntnis der Pilze Dalmatiens. (Ann. mycol. *1916.* **14,** 44 S.)

Iuel, H. O., Zytologische Pilzstudien. I. Die Basidien der Gattungen Cantharellus, Craterellus und Clavaria. (Nov. Acta Regiae Soc. Scient. Upsaliensis. *1916.* Sér. 4. **4,** No. 6, 40 S.)

Keißler, K. v., Zur Kenntnis der Pilzflora von Ober-Steiermark. (Beihefte bot. Centralbl. 2. Abt. *1916.* **34,** 54—130.)

Kniep, H., Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten IV. (Zeitschr. f. Bot. *1916.* **8,** 353—360.)

Minden, M. v., Beiträge zur Biologie und Systematik einheimischer submerser Phycomyceten. (Mykolog. Unters. u. Ber. (Falck). *1916.* H. 2. 146—255.)

Overholts, L. O., Comparative studies in the Polyporaceae (Ann. Missouri Bot. Gard. *1915.* **2,** 667—730.)

Pennington, L. H., New species of Marasmius. (N. Y. State Mus. Bull. *1915.* **179,** 52—79.)

Pieters, A. J., The relation between vegative vigor and reproduction in some Saprolegniaceae. (Am. Journ. Bot. *1916.* **2,** 529—576.)

Ramsbottom, J., Notes on the nomenclatur of Fungi. (Journ. of Bot. *1916.* **54,** 76—80.)

Remus, K., Die höheren Pilzformen der Umgebung von Lissa i. P. (Zeitschr. d. Ges. Kunst u. Wiss. Posen. *1916.* **22,** 22—31.)

Theissen, F., und **Sydow, H.,** Die Dothideales. (Ann. Mycol. *1915.* **13,** 149 bis 430.)

Flechten.

Ginzberger, A., s. unter Pflanzengeographie.

Smith, A. L., and **Ramsbottom, J.,** s. unter Algen.

Steiner, J., Adnotationes lichenographicae. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 278 bis 292.)

Moose.

Baumgartner, J., Verzeichnis der von J. Dörfler auf seiner Reise im albanisch-montenegrinischen Grenzgebiete im Jahre 1914 gesammelten Moose. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 312—319.)

Dixon, H. U. N., New and rare African mosses from Mittens herbarium and other sources. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 63—83.)

Ginzberger, A., s. unter Pflanzengeographie.
Herzog, T., Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia. (Biblioth. bot. *1916.* **87,** 1. 163 S.)
—, Über mehrzellige Sporen bei Laubmoosen. (Flora. *1916.* **9,** 97—99).
Röll, J., Die Torfmoose und Laubmoose in der Umgebung von Erfurt. (Jahrb. Akad. gemeinnütz. Wiss. Erfurt. N. F. *1915.* **41,** 155 S.)

Farnpflanzen.

Davie, R. C., The development of the sorus and sporangium and the prothallus of Peranema cyatheoides D. Don. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 101—110.)
Holden, H. S., s. unter Physiologie.
Klebs, G., Zur Entwicklungsphysiologie der Farnprothallien. (Sitzgsber. Heidelberg. Akad. d. Wiss. M.-n. Kl. B. *1916.* 4. Abh. 82 S.)
Möbius, M., Beitrag zur Kenntnis der Gattung Salvinia. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 250—257.)
Rosenvinge, L. K., Et Mikrosporangium med en Megaspore-Tetrade hos Isoëtes echinospora. (Bot. Tidskr. *1916.* **34,** 255—256.)

Gymnospermen.

Chodat, R., Sur la valeur morphologique de l'écaille dans le cône du Pinus Laricio. (Bull. soc. bot. Genève. 2. Sér. **7,** 67—72.)
Doyle, J., Note on the structure of the ovule of Larix leptolepis. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 193—195.)
Herzfeld, St., Über die weibliche Koniferenblüte. (Verh. zool.-bot. Ges. Wien. *1915.* **65,** 7 S.)
Stapf, O., Cycas Thouarsii. (Kew. Bull. *1916.* 1—8.)

Angiospermen.

Baird, M. M., s. unter Gewebe.
Bouvier, W., Beiträge zur Anatomie der Asphodeloideae (Tribus Asphodeleae und Hemerocallideae). (Denkschr. Akad. Wiss. Wien. *1915.* 33 S.)
Cohen Stuart, C. P., Sur le développement des cellules génératrices de Camellia Theifera (Griff.) Dyer. (Ann. jardin bot. Buitenzorg. *1916.* **15,** 1—22.)
Drabble, E., Euphrasia nemorosa and E. curta. (Journ. of Bot. *1916.* **54,** 73 bis 75.)
Eberstaller, R., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Narcisseae. (Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. *1915.* **92,** 19 S.)
Focke, W. O., Zur Kenntnis der nordeuropäischen Arten von Cochlearia. (Schrift. Ver. f. Naturk. a. d. Unterweser. **5,** 1—16.)
Frimmel, Fr. v., Verbascum Lichtensteinense, eine neue Verbascum-Form. (Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungsl. *1915.* **14,** 281—285.)
Griffiths, D., New species of Opuntia. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 83 bis 93.)
—, New species of Opuntia. (Proc. biol. Soc. Washington. *1916.* **29,** 9—15.)
Hall, H. M., Two new Compositae from Nevada. (Muhlenbergia. *1916.* **2,** 342—344.)
Harms, H., Über die Blütenverhältnisse und die systematische Stellung der Gattung Cercidiphyllum Sieb. et Zucc. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 272—283.)
Hayek, A. v., Die Trichome einiger heimischer Senecio-Arten. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 292—297.)
Maiden, J. H., A critical revision of genus Eucalyptus. *1915.* Vol. III, Part. 4. Sydney, W. A. Gullick, S. 63—79.)

Marshall, E. S., Notes on Sorbus. (Journ. of Bot. *1916.* **54,** 10—14.)
—, A new hybrid villow-herb. (Journ. of Bot. *1916.* **54,** 75—76.)
Merrill, E. D., The systematic position of the »rain tree«, Pithecolobium Saman. (Journ. Washington Ac. Sc. *1916.* **6,** 42—48.)
Raymond-Hamet, M., Sur quelques Crassulacées nouvelles. (Journ. of Bot. *1916.* **54,** Suppl. 1—33.)
Rolfe, R. A., Rubus fructicosus Linn. (Ebenda. 54—57.)
Salmon, C. E., Carex pseudo-paradoxa S. Gibson. (Ebenda. 14—17.)
Schneider, C., Über die systematische Gliederung der Gattung Salix. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 273—278.)
—, Bemerkungen zur Systematik der Gattung Betula L. (Ebenda. 305—312.)
Smal, J., Anomalies in the ovary of Senecio vulgaris L. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 191—192.)
Stojanow, N., Über die vegetative Fortpflanzung der Ophrydineen. (Flora. *1916.* **9,** 1—39.)
Wagner, R., Über die Sympodienbildung von Octolepis Dinklagei Gilg. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 297—304.)

Pflanzengeographie. Floristik.

Bartlett, H. H., Parthenium Lloydii, a new Mexican Guayule. (Torreya. *1916.* **14,** 45—46.)
Burnat, E., Flora des alpes maritimes **5,** 2. partie par Briquet et Cavillier. Georg & Co., Genf u. Basel. 97—375.)
Diels, L., Phelipaea Boissieri Stapf in Macedonien. (Notizbl. k. bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem. *1916.* **61,** 397—416.)
Ginzberger, A., Beiträge zur Naturgeschichte der Scoglien und kleineren Inseln Süddalmatiens. I. (Denkschr. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl. *1915.* **92,** 144 S.)
Gleason, H. A., Botanical sketches from the Asiatic tropics. (Torreya. *1916.* **16,** 33—45.)
Hallier, H., Beiträge zur Flora von Borneo. (Beihefte bot. Centralbl., 2. Abt. *1916.* **34,** 19—53.)
Jessen, K., Om Vegetationen paa Kobenhavńs Faestningsterrain for 3—400 Aar siden. (Bot. Tidskr. *1916.* **34,** 221—224.)
Keller, L., Beitrag zur Inselflora Dalmatiens. (Magy. Bot. Lapok. *1915.* **14,** 2—51.)
Kerner v. Marilaun, A., s. unter Allgemeines.
Maiden, J. H., Forest flora of New South Wales. (*1916.* **6,** Part. 6. 117—144.)
Maire, R., Deuxième contribution à l'étude de la flore du Djurdjura. (Bull. Soc. Hist. nat. Afrique Nord. *1916.* **7,** 49—61.)
Miller, H., Einige Besonderheiten in der Lissaer Pflanzenwelt. (Zeitschr. d. Ges. Kunst u. Wiss. Posen. *1916.* **22,** 17—20.)
Murr, J., Beiträge zur Flora von Vorarlberg und Lichtenstein X. (Allg. bot. Zeitschr. f. Syst., Flor. u. Pflanzengeogr. *1915.* **21,** 64—68.)
Nakai, T., Praecursores ad Floram Sylvaticam Koreanam. 4. (Pomaceae) (Bot. Mag. Tokyo. *1916.* **30,** 15—33.)
Novák, F. A., Dianthus arenarius L. in Böhmen. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 324.)
Pennel, F. W., Notes on plants of the southern United States I. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 83—113.)
Pill, K., Die Flora des Leithagebirges und am Neusiedlersee. 2. Aufl. *1916.* Leykamm, Graz. 136 S.
Rübel, G., Die internationale pflanzengeographische Exkursion durch Nordamerika 1913. (Verh. Schweiz. Naturf.-Ges. *1915.* II. 97. Sitzg. 16 S.)

Raunkiaer, C., Om Bladstorrelsens Anvendelse i den biologiske Plantegeografi. (Bot. Tidskr. *1916.* **34,** 225—241.)

Scrötter, H. v., Bemerkungen zur Pflanzengeographie und den Vegetationsbildern des oberen Niltals. S.-A. aus Tagebuchblätter einer Jagdreise weiland des Prinzen Georg Wilhelm von Khartoum an den Oberen Nil. Wien, Braunmüller. *1915.* 296—323.)

Schlechter, R., Neue Asclepiadaceen von Sumatra und Celebes. (Beihefte Bot. Centralbl., 2. Abt. *1916.* **34,** 1—18.)

Shreve, F., The vegetation of a desert mountain range as conditioned by climatic factors. (Publ. Carnegie Instit. of Washington. *1915.* No. 217, 112 S.)

Shreve, F., A montane rain-forest: A contribution to the physiological plant geography of Jamaica. (Ebenda. Publ. 199, 110 S.)

Standley, P. C., Studies of tropical american phanerogams II. (Contr. U.-S. nation. Herb. *1916.* **18,** 87—142.)

Stapledon, R. G., On the plant communities of farm land. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 161—180.)

Topitz, A., Diagnoses formarum novarum generis Menthae praecipue ex auctoris scripto: Beiträge zur Mentheñflora von Mitteleuropa. (Repert. spec. nov. regni veget. v. Fedde. *1915.* **14,** Berlin (Selbstverlag).

Wildt, A., Veronica opaca Fries in Mähren. (Österr. bot. Zeitschr. *1915.* **65,** 325.)

Wiinstedt, K., Traek af Vegetationen fra Struer til Huby og fra Holstebro til Thyboron. (Bot. Tidskr. *1916.* **34,** 211—221.)

Vierhapper, F., Über Veronica opaca in Mähren. (Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien. *1916.* **66,** Sitzber. p. 5—7.)

Palaeophytologie.

Knowlton, F. H., Notes on two Conifers from the pleistocene Rancho La Brea asphalt deposits near Los Angeles, California. (Journ. Washington Ac. Sc. *1916.* **6,** 85—86.)

Pelourde, F., Les progrès réalisés dans l'étude des Cycadophytes de l'époque secondaire. (Progr. rei bot. *1916.* **5,** 129—164.)

Stopes, M. C., An early type of Abietineae (?) from the cretaceous of New Zealand. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 111—125.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Behrens, Die wichtigsten Krankheiten des Getreides und der Hülsenfrüchte. (Jahrb. d. d. landw. Ges. 1915. Lief. 2. 42—53.)

Brož, O., Der Schneeschimmel und seine Bekämpfung. (Mitt. k. k. landw. bakt. u. Pflanzenschutzstat. Wien. *1915.*)

Ehrenberg, P., und **Schultze, K.,** Zur Gasvergiftung von Straßenbäumen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 65—83.)

Klitzing, H., In bezug auf einige Obstbaumkrankheiten und Schädlinge in letzten Jahren gemachte Beobachtungen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 97 bis 99.)

Lakon, G., Kleinere teratologische Mitteilungen. 1. Verwachsene Tomatenfrüchte. (Ebenda. 46—48.)

—, Über die Empfänglichkeit von Phasaeolus vulgaris L. und Ph. multiflorus Willd. für den Bohnenrost und andere Krankheiten. (Ebenda. 83—97.)

Meißner, R., Versuche über die Bekämpfung der Peronospora nach dem Müller-Thurgauschen Verfahren. (Zeitschr. f. Weinbau u. Weinbehandl. *1915.* **2,** 137—149.)

Neger, F. W., Über eine durch Frühfrost an Nectria cucurbitula Fr. und Dermatea eucrita (Karst) verursachte Gipfeldürre der Fichte. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch.. *1916.* **14,** 121—127.)

Oberstein, Schalenkranke Walnüsse. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 586—587.)

Potter, A., The control of experimental conditions in phytopathological research. (Phytopathology. *1916.* **6,** 81—88.)

Schaffnit, E., und **Voß, G.,** Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses im Jahre 1915. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 183—193.)

Schikorra, W., Beiträge zur Dörrfleckenkrankheit des Hafers. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 578—586.)

Schlechtendahl, D. H. R. v., Eriophyidocecciden, die durch Gallmilben verursachten Pflanzengallen. Lief. 2. (Zoologica. *1916.* **24,** 2. 61. 295—498.)

Schulte, A., Betrachtungen über das Auftreten der Peronospora. (Zeitschr. f. Weinbau u. Weinbehandl. *1915.* **2,** 180—192.)

Sorauer, P., Untersuchungen über Leuchtgasbeschädigungen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 129—183.)

Stift, A., Über in den Jahren 1912, 1913 und 1914 erschienene bemerkenswerte Mitteilungen auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Kartoffelpflanze. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 305—367.)

Strohmeyer, Ulmen-Rindenrosen, verursacht durch die Überwinterungsgänge des Pteleobius vittatus Fabr. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1916.* **14,** 116—121.)

Szafer, W., Anatomische Studien über javanische Pilzgallen I u. II. (Bull. intern. de l'Acad. d. sc. d. Cracovie. *1915.* 37—44, 80—86.)

Tubeuf, C. v., Dürfen wir Schütte-Kiefern verpflanzen? (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14,** 164—166.)

Weir, J. R., Larch mistletoe: some economic considerations of its injurious effects. (Bull. U. S. Dep. Agr. *1916.* 317.)

Angewandte Botanik.

Arnd, Th., Beiträge zur Kenntnis der Mikrobiologie unkultivierter und kultivierter Hochmoore. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 554—575.)

Beckurts, H., Jahresbericht der Pharmazie, hrsg. vom Deutschen Apothekerverein. (*1916.* **49,** 4 + 553 S.)

Düggeli, M., Untersuchungen über die Mikroflora von Handelsmilch verschiedener Herkunft in der Stadt Zürich nach Zahl und Art der darin vorkommenden Spaltpilze. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45,** 433—532.)

Fallada, O., Bericht über die im Jahre 1915 von der Versuchsstation des Zentralvereins für Rübenzuckerindustrie Österr. u. Ung. ausgeführten Anbauversuche mit verschiedenen Zuckerrübensamensorten. (Österr.-Ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. *1916.* **44,** 483—503.)

Fricke, K., Die Sisalkultur auf den Fidschi-Inseln. (Tropenpflanzer. *1916.* **19,** 88—94.)

Fruwirth, C., Beiträge zu den Grundlagen der Züchtung einiger landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. V. Gräser. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14,** 127—151.)

—, Versuche zur Wirkung der Auslese. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1915.* **3,** 173 ff. 395 ff.)

Giltner, W., and **Langworthy, H. V.,** Some factors influencing the longerity of soil microorganisms subjected to desiccation, with special reference to soil solution. (Journ. agr. Res. *1916.* **45,** 534—547.)

Grabner, E., Die Wechselbeziehungen zwischen Kornertrag und Korngewicht. (Ebenda. 7—19.)

Grundmann, Beitrag zur Sortenkunde des Winterroggens. (Ebenda. 27—63.)

Hanausek, T. F., Über die Abstammung der Para-Pissave. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 247—250.)

Heuser, Untersuchungen über den anatomischen Bau der Blätter verschiedener Sommerweizensorten und die Bedeutung derselben für die Züchtung. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1915.* **3,** 335—353.)

Kraus, R., Zur Frage der Bekämpfung der Heuschrecken mittels des Coccobacillus acridiorum D'Herelle. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45**, 594—600.)
Oetken, Studien über die Variations- und Korrelationsverhältnisse von Gewicht und Zuckergehalt bei Beta-Rüben, insbesondese der Zuckerrübe. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1915.* **3**, 265—335.)
Petraschek, K., Zur Harznutzungsfrage. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14**, 177—192.)
Ranninger, R., Anfänge in der Mohnzüchtung. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1916.* **4**, 45 ff.)
Rodella A., Bakteriologische und chemische Untersuchungsergebnisse von fehlerhaften Emmenthaler Käsen. Beitrag zum Vorkommen und der Wirkung von obligat anaëroben Bakterien in Hartkäsen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45**, 532—534.)
Servit, M., Die Korrelationen bei der Ackerbohne. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1915.* **3**, 149—173.)
Stoklasa, J., und **Matoušek, A.**, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Physiologische Bedeutung des Kalium-Ions im Organismus der Zuckerrübe. *1916.* Jena, G. Fischer. 1 Abb. im Text u. 23 (2 farb.) Taf. XII + 230 S.
Tubeuf, C. v., Strohmehl, Holzmehl, Reisig, Futterlaub und Laubheu. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14**, 192—228.)

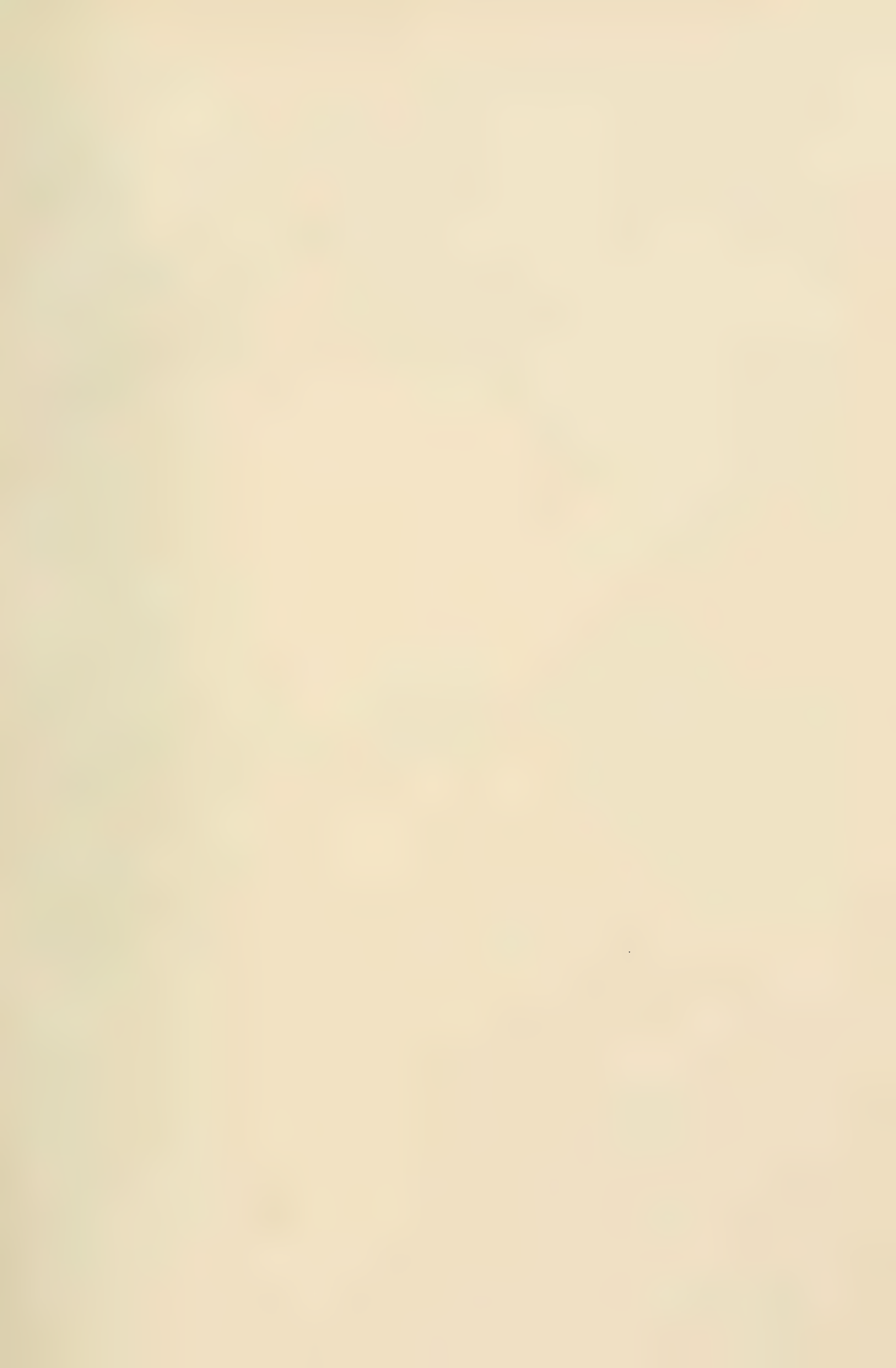
Technik.

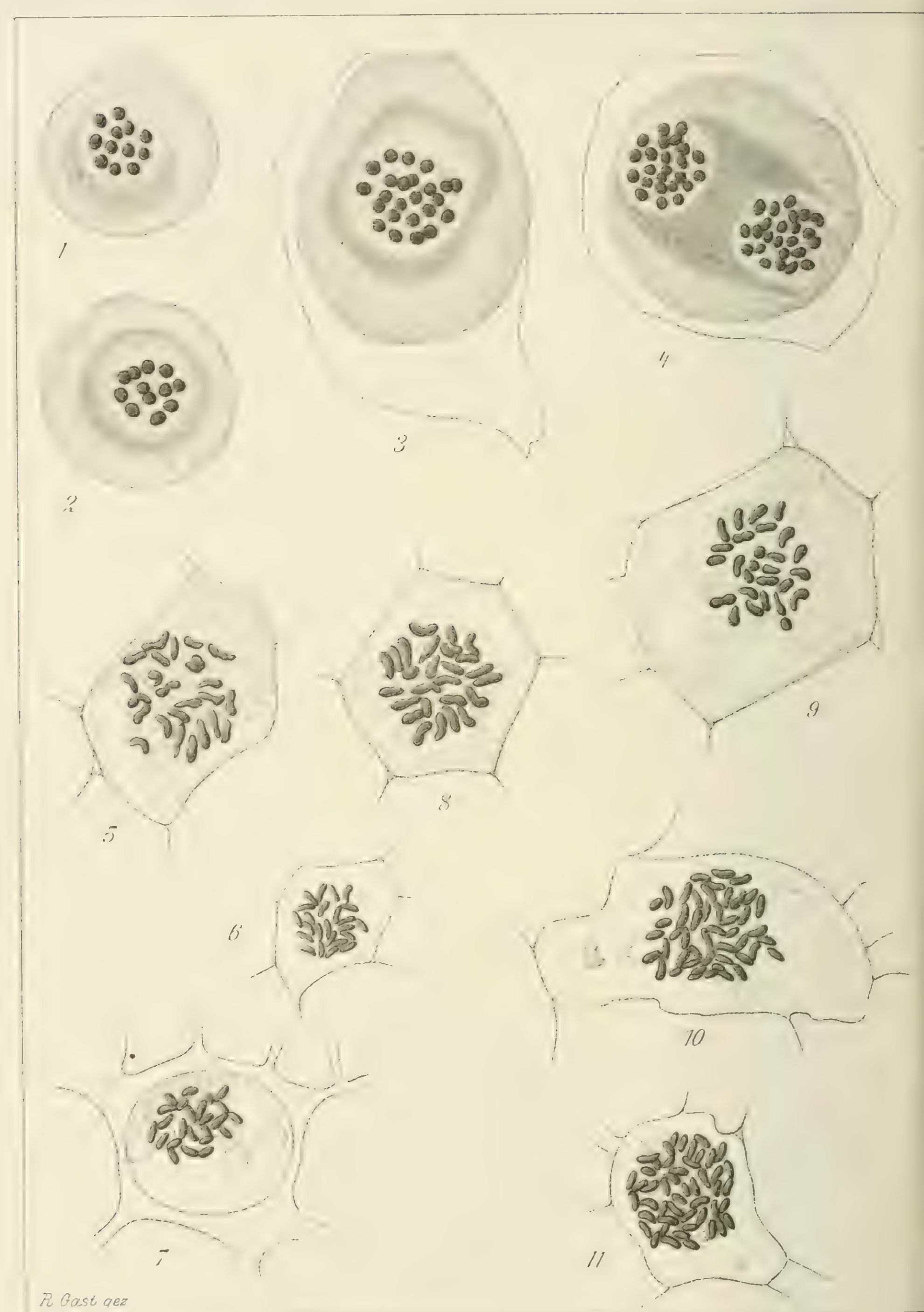
Boekhout, F. W. J., Ein abgeänderter Thermoregulator. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **45**, 600—601.)
Gaethgens, W., Über die Verwendung von Kartoffelwasser zur Herstellung fester Bakteriennährböden. (Ebenda. 45—48.)
Kießling, L., Eine praktische Vorrichtung zum Beizen kleiner Saatmengen. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. *1916.* **3**, 77—81.)
Tunmann, O., s. unter Physiologie.

Verschiedenes.

Appel, O., Wilhelm Pietsch. Nachruf. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **33**, [50]—[52]).
Bürgi, Chlorophyll und Chlorosan. (Korrespondenzbl. f. Schweizer Ärzte. *1916.* Nr. 15.)
Chodat, R., Philippe van Tieghem. Nachruf. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **33**, [5]—[25].)
Cummings, B., Rousseau as botanist. (Journ. of Bot. *1916.* **54**, 80—84.)
Harms, H., E. Ule. Nachruf. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **33**, [52]—[60].
Jost, L., Hermann Graf zu Solms-Laubach. Nachruf. (Ebenda. [95]—[113]).
Kniep, H., Friedrich Minder. Nachruf. (Ebenda. [66]—[69]).
—, Gregor Kraus. Nachruf. (Ebenda. [69]—[95]).
MacDougal, D. T., Annual report of the director of the department of botanical research. (Carneg. Instit. of Washington. *1915.* **14**, 55—106.)
Röll, J., Meine Erinnerungen an Nils Conrad Kindberg. (Hedwigia. *1916.* **57**, 344—354.)
Sigmund, F., Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Phanerogamen, dargestellt in mikroskopischen Originalpräparaten mit begleitendem Text und erklärenden Zeichnungen. Lief. I. Allgemeine Anatomie der Phanerogamen. Stuttgart, Franckhscher Verlag. *1915.* 14 S. 4. Taf.
Vouk, V., Gustav Bohutinsky. Nachruf. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **33**, [49]—[50]).
Wille, N., Veit Brecher Wittrock. Nachruf. (Ebenda. [25]—[49]).
Wittmack, L., Albert Orth. Nachruf. (Ebenda. [60]—[66]).

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



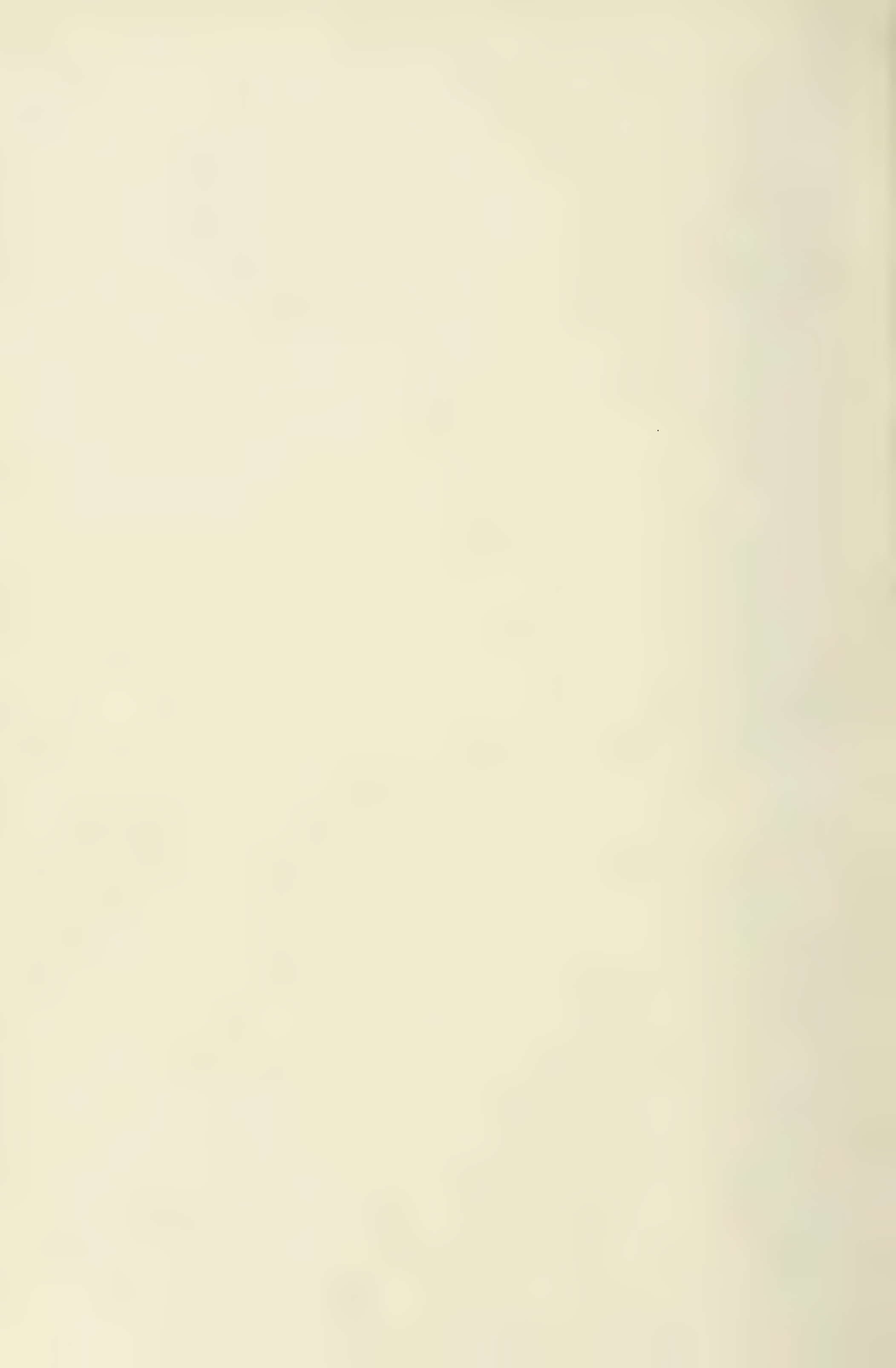


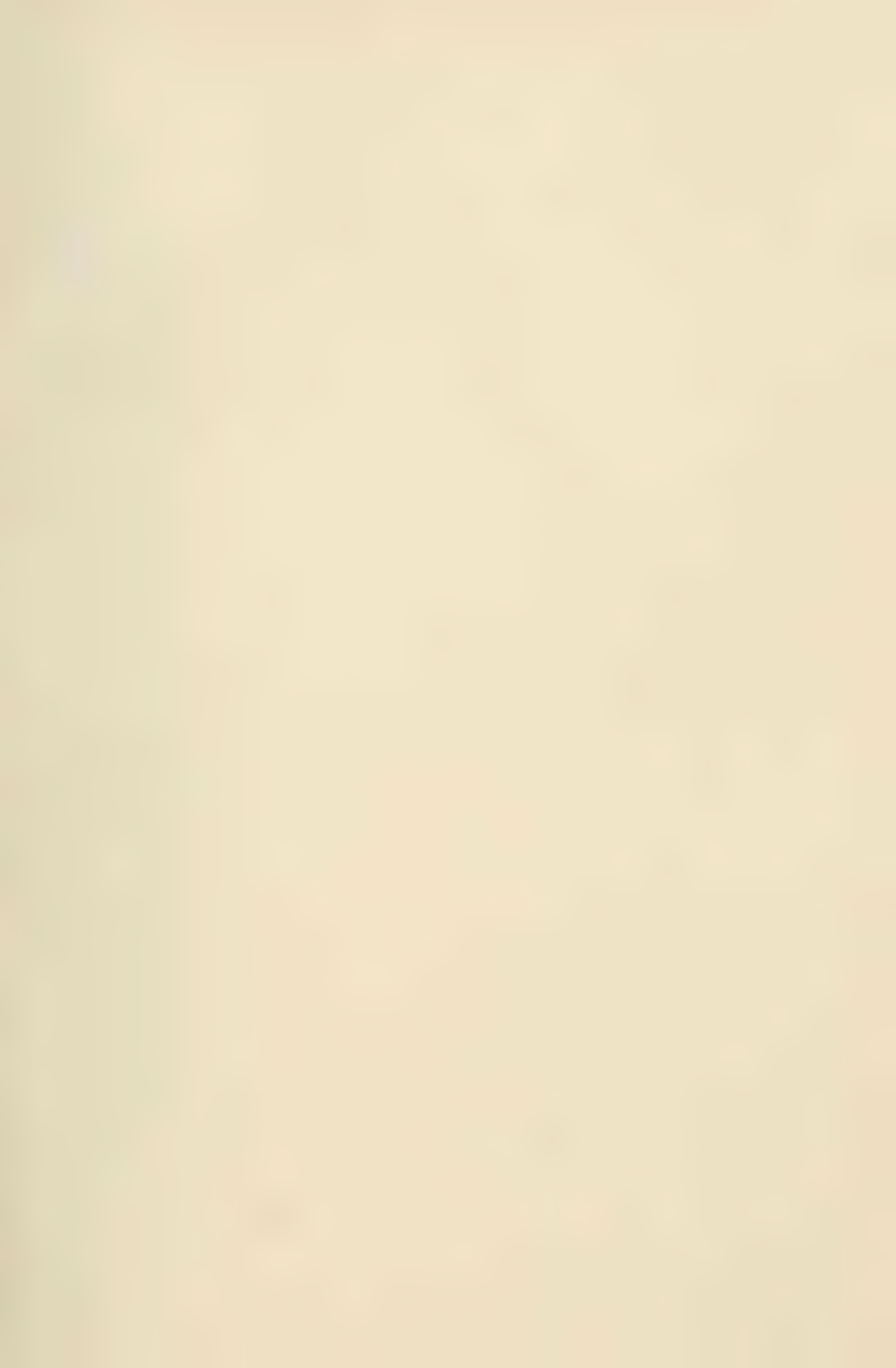
Winkler

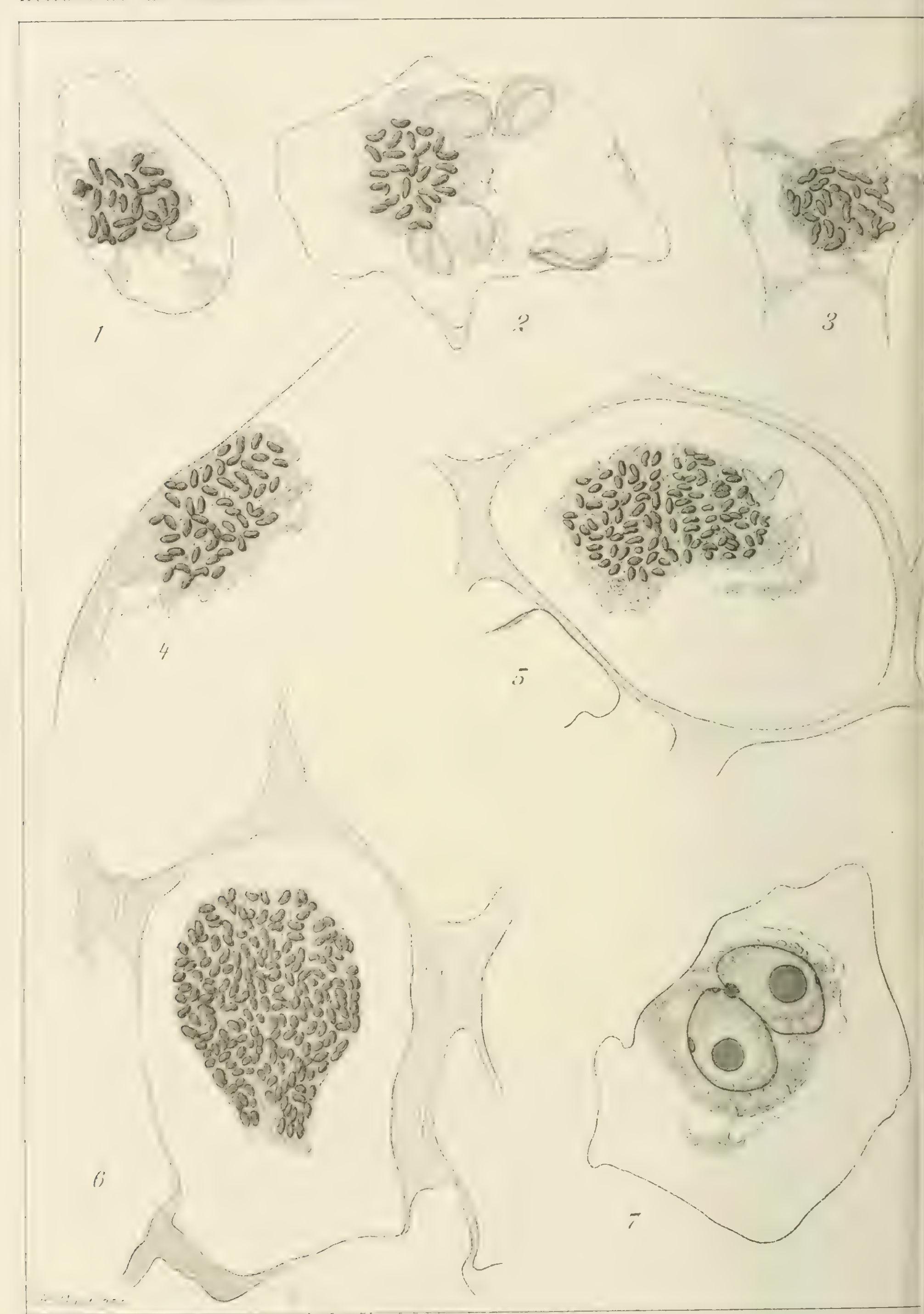
Verlag von (



scher u. Jena.





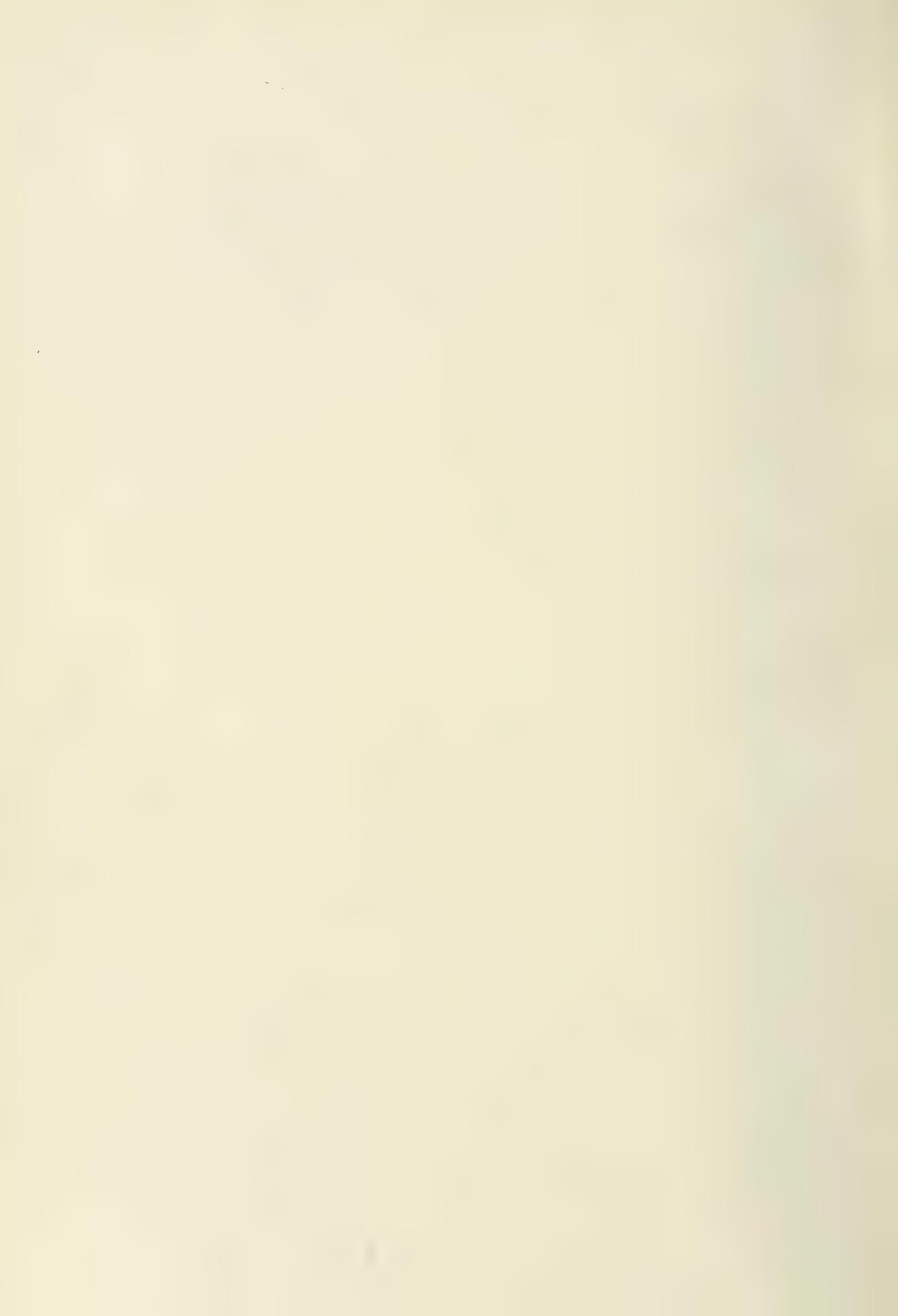


Winkler



E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

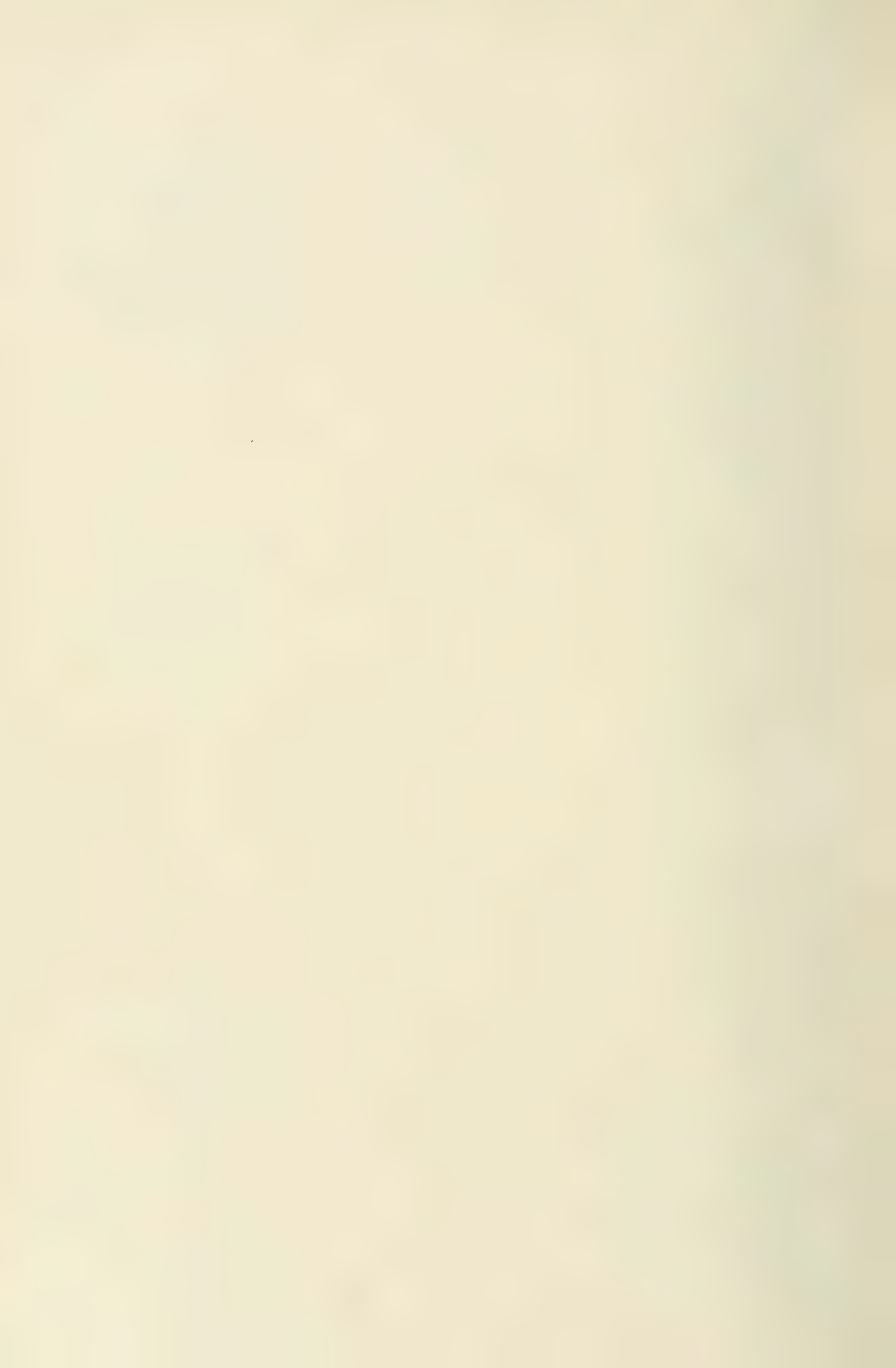
[...]scher in Jena





Winkler

Gustav Fischer



Die Entwicklungsgeschichte und die systematische Stellung von Bonnemaisonia asparagoides (Woodw.) Ag. nebst einigen Worten über den Generationswechsel der Algen.

Von

Harald Kylin.

Mit 11 Abbildungen im Text.

Zum Zwecke einer Untersuchung über die Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen sammelte ich im Sommer 1915 an der schwedischen Westküste in der Nähe der zoologischen Station Kristineberg Material von Bonnemaisonia asparagoides ein, eine Art, die dort in einer Tiefe von 15 bis 20 Metern im Juli und August ziemlich gemein vorkommt, die ich aber nie mit Tetrasporen gesehen habe. Die Art kommt auch an den atlantischen Küsten Europas und im Mittelmeer vor, ist aber an diesen Lokalitäten auch nicht mit Tetrasporen beobachtet worden, und es scheint also, als ob Bonnemaisonia zu denjenigen Florideen gehörte, die Svedelius (1915, S. 42) unter dem Namen der haplobiontischen zusammengefaßt hat. Die tetrasporenbildenden Florideen werden von Svedelius diplobiontisch genannt, weil sie in zwei Lebensformen auftreten, einer Geschlechtspflanze und einer tetrasporenerzeugenden Pflanze.

Unter den haplobiontischen Florideen ist Scinaia furcellata sehr genau von Svedelius untersucht worden, und er hat nachweisen können, daß die Reduktionsteilung dieser Alge unmittelbar nach der Befruchtung stattfindet. Von vornherein ist wohl zu erwarten, daß die haplobiontischen Florideen in bezug auf die Reduktionsteilung mit Scinaia übereinstimmen,

und zwar habe ich in einem jüngst erschienenen Aufsatz über Nemalion multifidum nachgewiesen, daß die Reduktionsteilung dieser haplobiontischen Floridee unmittelbar nach der Befruchtung von statten geht. Betreffs Bonnemaisonia erwartete ich deshalb zu finden, daß die erste Kernteilung nach der Befruchtung eine heterotypische Teilung sei. Diese Alge ist aber ein sehr ungünstiges Objekt, wenn es gilt, die Vorgänge bei der Befruchtung und unmittelbar nach derselben zu studieren, und zwar deshalb, weil man nur selten solche Präparate bekommt, wo sich diese Stadien abspielen. Dieser Übelstand verursacht, daß ich nicht sicher weiß, ob die erste Teilung des Zygotenkerns bei Bonnemaisonia eine heterotypische sei oder nicht. Da aber meine Untersuchung mehrere interessante Tatsachen in bezug auf die Entwicklungsgeschichte von Bonnemaisonia zum Vorschein gebracht hat, zögere ich nicht, sie zu veröffentlichen, obgleich sie nicht in allen Einzelheiten vollständig ist.

Als Fixierungsflüssigkeit wurde die schwächere Flemmingsche Lösung gebraucht. Die Objekte sind in 4 μ dicke Schnitte zerlegt und nach Heidenhains Hämatoxylinmethode gefärbt worden. Bisweilen wurden die Schnitte mit Lichtgrün oder mit Saffranin nachgefärbt. Für die anatomische Untersuchung sind auch in der Flemmingschen Lösung fixierte und in Glyzerin eingelegte Thallusteile benutzt worden.

I. Die Entwicklungsgeschichte.

1. Sproßaufbau.

Der anatomische Aufbau von Bonnemaisonia ist schon von Cramer (1864, S. 52) sehr gut beschrieben worden; daneben liegen einige Angaben von Wille (1887, S. 73) vor, und ich selbst habe in einem früheren Aufsatz (1915) die Entwicklung der von Golenkin (1894, S. 257) zuerst beobachteten Blasenzellen dieser Alge beschrieben. Ich verweise deshalb auf die schon in der Literatur vorkommenden Angaben, und werde hier nur mit ein paar Worten und unter Hinweis auf die Fig. 1 und 2 den anatomischen Aufbau von Bonnemaisonia besprechen.

Durch schiefe Wände teilen die Scheitelzellen der Langtriebe dreieckige Segmentzellen ab. Jede Segmentzelle scheidet zwei Zellen ab, von denen die zuerst abgeschnittene sehr schnell zu einem sterilen Kurztrieb auswächst, die andere sich dagegen zu einem fertilen Kurztrieb oder zu einem Langtrieb entwickelt.

Die Segmentzellen der sterilen Kurztriebe scheiden je drei perizentrale Zellen ab, zuerst eine nach außen, dann zwei nach

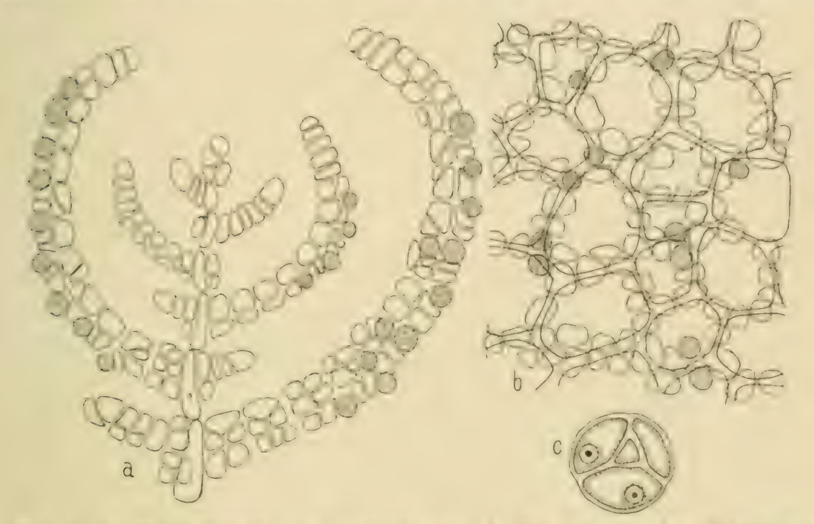


Fig. 1. *a* Thallusspitze mit Blasenzellen; *b* Thallus von der Oberfläche gesehen, mit Blasenzellen; *c* Junger steriler Kurztrieb im Querschnitt. Vergr. *a* 500 mal, *b* 350 mal, *c* 1200 mal.

innen, die eine mehr nach rechts, die andere mehr nach links. Die älteste dieser drei Perizentralzellen kann dann in ihrem oberen Ende durch eine schief von innen nach außen gehende Zellwand eine kleine Zelle abscheiden, die sich entweder direkt zu einer Blasenzelle entwickelt, oder zuerst eine Segmentzelle abscheidet und sich dann in eine Blasenzelle umbildet. Diese Segmentzelle teilt sich nicht weiter. Nach dem Abscheiden der Blasenzellenanlage werden von der Perizentralzelle vier Zellen abgeteilt, und zwar in jeder Ecke eine. Diese Zellen stellen primäre Rindenzellen dar.

Die zwei inneren Perizentralzellen scheiden keine Blasenzellenanlagen ab, sondern bilden unmittelbar je vier primäre

Rindenzellen aus, und zwar in derselben Weise wie die untere Perizentralzelle nach dem Abscheiden der Blasenzellenanlage. Diese primären Rindenzellen können Zellen abteilen, die sich in Blasenzellen umbilden (vgl. Fig. 1 a, S. 547).

Die zentrale Zellreihe der sterilen Kurztriebe, die sich schnell in die Länge strecken, wird von einer Schicht großer Rindenzellen umgeben, die sich von den primären Rindenzellen aus

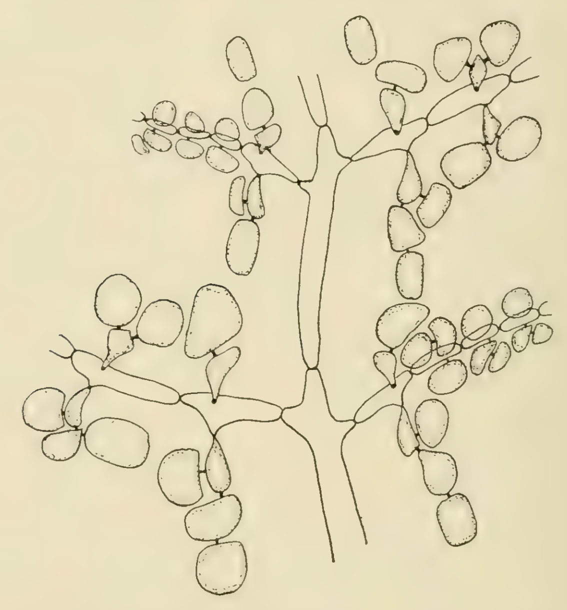


Fig. 2. Langtrieb im Längsschnitt. Vergr. 650mal.

entwickeln. Diese großen Zellen bilden nach außen mehrere kleine aus, und die ausgebildeten Kurztriebe besitzen demnach ein zweischichtiges Rindengewebe. Die innere Schicht besteht aus großen Zellen, die dicht nebeneinander liegen, die äußere dagegen aus kleinen Zellen, die sich über die Querwände der inneren Rindenschicht lagern (vgl. Fig. 1 b) und demnach keine vollkommen geschlossene Schicht bilden. Mehrere Zellen dieser äußeren Rindenschicht entwickeln sich zu Blasenzellen.

Dem sterilen Kurztrieb entgegengesetst bilden sich die fertilen Kurztriebe oder die Langtriebe aus. Die Scheitelzellen dieser Triebe scheiden zuerst in ähnlicher Weise wie diejenigen der

sterilen Kurztriebe durch Querwände, die senkrecht zur Längsrichtung der Triebe sind, Segmentzellen ab. Nach dem Abscheiden von 4 bis 5 solcher Segmentzellen werden die folgenden durch schiefe Wände abgeteilt. Damit beginnt die typische Entwicklungsweise der Langtriebe, die darin besteht, daß jede Segmentzelle nur zwei Seitenzellen hervortreibt; die unteren 4 bis 5 Segmentzellen bilden dagegen je drei Perizentralzellen aus. Die Entwicklung der fertilen Kurztriebe wird später besprochen.

Die 4 bis 5 unteren Segmentzellen der Langtriebe werden in derselben Weise berindet wie die sterilen Kurztriebe. Diejenigen Segmentzellen aber, die durch schiefe Wände abgeschieden werden, erhalten ihr Rindengewebe in einer ganz anderen Weise. Die Entstehungsweise geht aus der Fig. 2 hervor. Jede Segmentzelle eines Langtriebes (die 4 bis 5 unteren abgerechnet) entwickelt zwei Seitentriebe. Die Basalzellen dieser Seitentriebe bilden je drei Perizentralzellen aus, und diese stellen die Initialzellen des Rindengewebes dar. Jede Initialzelle scheidet vier Zellen ab, und diese wieder neue Zellen und so fort, bis ein geschlossener Rindengürtel entstanden ist. Die Initialzellen strecken sich sehr bedeutend in die Länge (vgl. die Fig. 4c und 7a). Das fertige Rindengewebe besteht aus zwei Zellschichten in ähnlicher Weise wie das Rindengewebe der sterilen Kurztriebe.

Einzellige, verhältnismäßig kurze Haare können spärlich vorhanden sein.

2. Die somatischen Kernteilungen.

Die Zellen von Bonnemaisonia sind einkernig. Auch die großen, langgestreckten Zellen der zentralen Zellreihe der Langtriebe enthalten nie mehr als einen Kern, was bemerkenswert ist, weil es bei den Florideen eine allgemeine Erscheinung ist, daß solche große Zellen mehrkernig werden. Die sterilen Ernährungszellen, die in den jungen Zystokarpien auftreten, werden dagegen im allgemeinen zweikernig. Diese Erscheinung werde ich später etwas näher besprechen.

Die Kerne sind sehr klein, kaum 3 μ im Durchmesser. Sie enthalten einen Nukleolus und ein Netzwerk mit mehr oder

weniger zahlreichen kleinen Chromatinkörnchen, in ähnlicher Weise wie z. B. die von mir früher näher untersuchten Florideen Rhodomela und Griffithsia. Der Nukleolus zeigt aber ein eigentümliches Aussehen, indem es scheint, als ob er in einige kleine Körnchen zerlegt wäre, die sich mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. Im allgemeinen gibt es 4 bis 5 solche Körnchen, bisweilen beobachtet man aber 7 bis 8 (vgl. Fig. 3). Die Körnchen treten in den Nukleolen der Ernährungszellen der jungen Zystokarpien besonders deutlich hervor, und können einer Chromosomenplatte in Polansicht täuschend ähnlich sein.

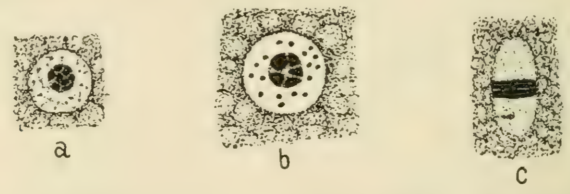


Fig. 3. Somatische Kerne: *a* im Ruhestadium; *b* in späterer Prophase; *c* in beginnender Anaphase. Vergr. 3000 mal.

Während der Prophasenstadien der somatischen Kernteilung verschwindet das Kernnetz nach und nach, wobei die Chromatinkörnchen sich vergrößern und wahrscheinlich mehrere miteinander verschmelzen. In den späten Prophasenstadien enthält der Kern außer dem Nukleolus eine Anzahl Chromosomen, die sich sehr distinkt färben lassen. Wegen der Kleinheit der Kerne ist es sehr schwierig, die Chromosomenzahl sicher zu bestimmen, ich glaube aber, daß es bei Bonnemaisonia etwa 20 haploide Chromosomen gibt; es sind sicher mehr als 17 vorhanden.

Nach den bisherigen Untersuchungen über die Cystologie der Florideen zu urteilen, gibt es unter den Florideen in bezug auf die Chromosomenzahl zwei verschiedene Gruppen, von denen die eine 20 haploide Chromosomen besitzt, die andere dagegen nur 10. Zu der ersten Gruppe gehören Polysiphonia (Yamanuchi), Delesseria und Nitophyllum (Svedelius), sowie Rhodomela und Griffithsia (Kylin), zu der zweiten Scinaia (Svedelius), und Nemalion (Kylin). Bonnemaisonia schließt sich demnach in bezug auf die Chromosomenzahl der ersten Gruppe an.

3. Die Entwicklung der Spermatien.

Bonnemaisonia asparagoides ist monözisch, und auf den Langtrieben sitzen die männlichen und weiblichen Kurztriebe unregelmäßig miteinander abwechselnd.



Fig. 4. Spermatangienstände. Vergr. *a* 800 mal, *b* 1200 mal, *c* 800 mal.

Der männliche Kurztrieb enthält eine zentrale Zellreihe von 5 bis 6 Segmentzellen, welche je drei Perizentralzellen ausbilden. Die drei Perizentralzellen der untersten Segmentzelle stellen die Initien des Rindengewebes des Langtriebes dar (vgl. oben). Die zweite und dritte Segmentzelle bilden den Stiel des eigentlichen Spermatangienstandes und werden in derselben Weise wie die sterilen Kurztriebe berindet. Die Perizentralzellen der 2 bis 3 oberen Segmentzellen entwickeln kurze, verzweigte Zweigbüschel, deren Endzellen die Spermatangienmutterzellen

darstellen (vgl. Fig. 4b). Jede Spermatangienmutterzelle scheidet im allgemeinen drei Spermatangien ab.

Die Entwicklung der Spermatien findet in vollkommen derselben Weise wie bei den schon in dieser Hinsicht näher untersuchten Florideen statt (vgl. Kylin 1916). So findet man in dem jungen Spermatangium einen Zellkern im Ruhestadium. Das reife Spermatium besitzt dagegen einen Kern, der sich in einem späten Prophasenstadium befindet. Der Spermatiumkern besitzt in diesem Stadium etwa 20 Chromosomen.

Die Entlassung findet dadurch statt, daß die Wand des Spermatangiums oben zerquillt, und daß der ganze Inhalt durch das so gebildete Loch als eine wahrscheinlich nackte Protoplasmamasse heraustritt. Nach der Entlassung wird das Spermatium mit einer dünnen Zellwand umgeben. Die Zellwände der entleerten Spermatangien sind auf den alten Spermatangienständen leicht zu beobachten.

In bezug auf die Ein- oder Zweikernigkeit der Spermatien der Florideen möchte ich auf meinen Aufsatz über Nemalion hinweisen.

4. Die Entwicklung der Karpogonäste.

Über die Entwicklung der Karpogonäste bei Bonnemaisonia liegt eine Untersuchung von Philips (1897, S. 348) vor; er hat aber nur die allerjüngsten Stadien in richtiger Weise beschrieben. Über die weitere Entwicklung der Karpogonäste und über die Ausbildung der Zystokarpien wissen wir noch nichts.

Die Scheitelzelle des weiblichen Kurztriebes scheidet zuerst durch Querwände, die senkrecht zur Längsrichtung des Triebes sind, 4 bis 5 Segmentzellen ab, und stellt dann die Initialzelle des Zystokarpes dar. Die Segmentzellen bilden je drei Perizentralzellen, welche in ähnlicher Weise wie bei den sterilen Kurztrieben ein Rindengewebe ausbilden und werden dann zum Stiel des Zystokarps.

Die erste Zellteilung der Initialzelle des Zystokarps verläuft etwas verschieden, je nachdem 4 oder 5 Segmentzellen abgeschieden worden sind, und die Initialzelle also die fünfte oder die sechste Zelle des weiblichen Kurztriebes darstellt. Die Verschiedenheit zeigt sich am besten, wenn man die Fig. 5a und 5b

miteinander vergleicht. Im ersteren Falle ist die fünfte Zelle des Kurztriebes die Initialzelle, und die erste neue Zelle wird schief nach oben abgeteilt; im letzteren Falle ist die sechste Zelle die Initialzelle, und die erste neue Zelle wird schief nach unten abgeteilt. Von den beiden Zellen, die durch die erste Teilung des Initiums entstanden sind, stellt die untere die fertile

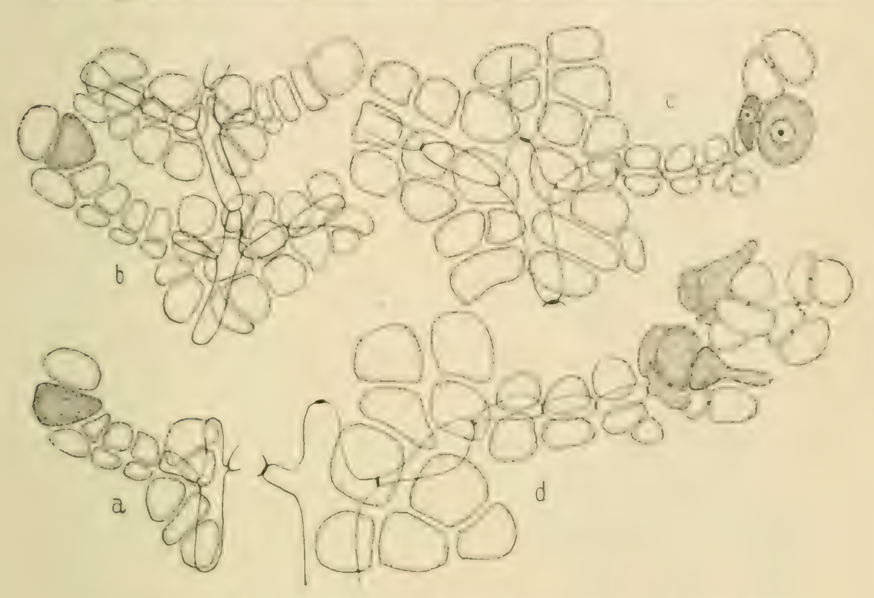


Fig. 5. Fertile Kurztriebe. In *d* ist ein Ausnahmefall, wo der fertile Kurztrieb zwei Karpogonäste trägt, abgebildet; beide Karpogone können Gonimoblasten erzeugen. Vergr. 800mal.

Zentralzelle dar (in den Fig. 5a und 5b punktiert), die obere entwickelt drei Zweigbüschel, welche einen Teil der Zystokarpienwand bilden.

Die fertile Zentralzelle scheidet zuerst zwei Perizentralzellen ab, die rechts und links nach unten oder nach oben gerichtet sind, je nachdem die fertile Zentralzelle die fünfte oder sechste Zelle des Kurztriebes darstellt. Die eine dieser Perizentralzellen wird die Tragzelle des Karpogonastes. Später bildet die fertile Zentralzelle noch eine dritte Perizentralzelle, die den beiden ersten gegenüber liegt (vgl. Fig. 6c und 8).

Die Tragzelle entwickelt einen dreizelligen Karpogonast und

daneben noch zwei Zweigbüschel, die zur Bildung der Zystokarpienwand beitragen. Zu demselben Zwecke werden von der ersten Karpogonastzelle zwei oder drei Zweigbüschel ausgebildet. Von den beiden nicht fertilen Perizentralzellen entstehen auch Zweigbüschel, welche verschiedene Teile der Zystokarpienwand zusammensetzen.

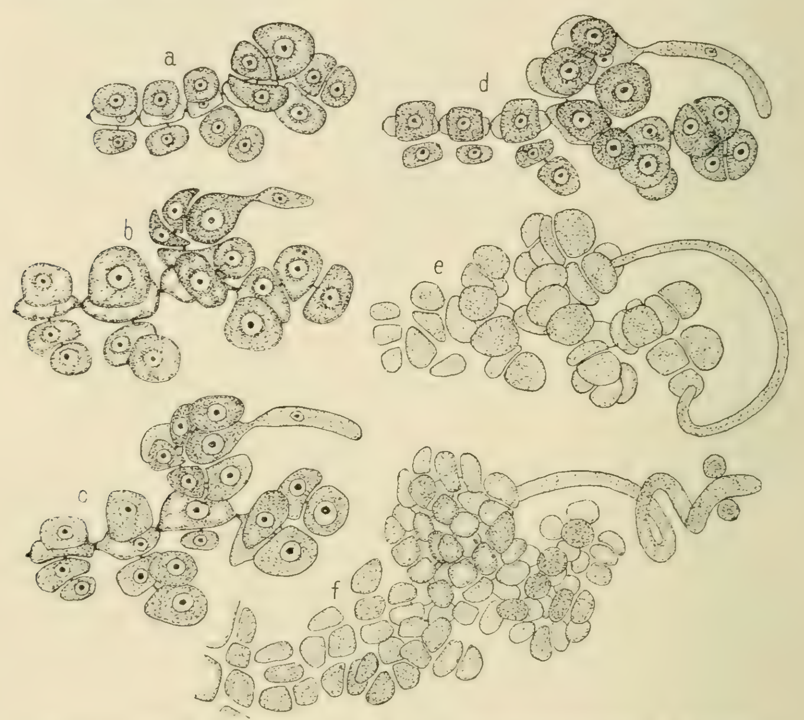


Fig. 6. Fertile Kreuztriebe in *f* mit befruchtungsreifem Karpogon. Vergr. 900 mal.

Die zweite Karpogonastzelle, die hypogyne Zelle, trägt außer dem Karpogon auch drei Zweigbüschel, die aus besonders inhaltsreichen Zellen bestehen, und die dem jungen Gonimoblasten als Ernährungszellen dienen (Fig. 7a und 8).

Das ausgebildete Karpogon trägt eine lange, schraubenförmig gedrehte Trichogyne. In der jungen Trichogyne ist ein Zellkern, wenn auch mit Schwierigkeiten, nachweisbar; in den älteren Trichogynen ist er aber schon zugrunde gegangen. In

einem Falle habe ich den primären Karpogonkern im späten Prophasenstadium gesehen, und es besteht deshalb gar kein Zweifel daran, daß die Trichogyne einen Kern besitzt. Es ist

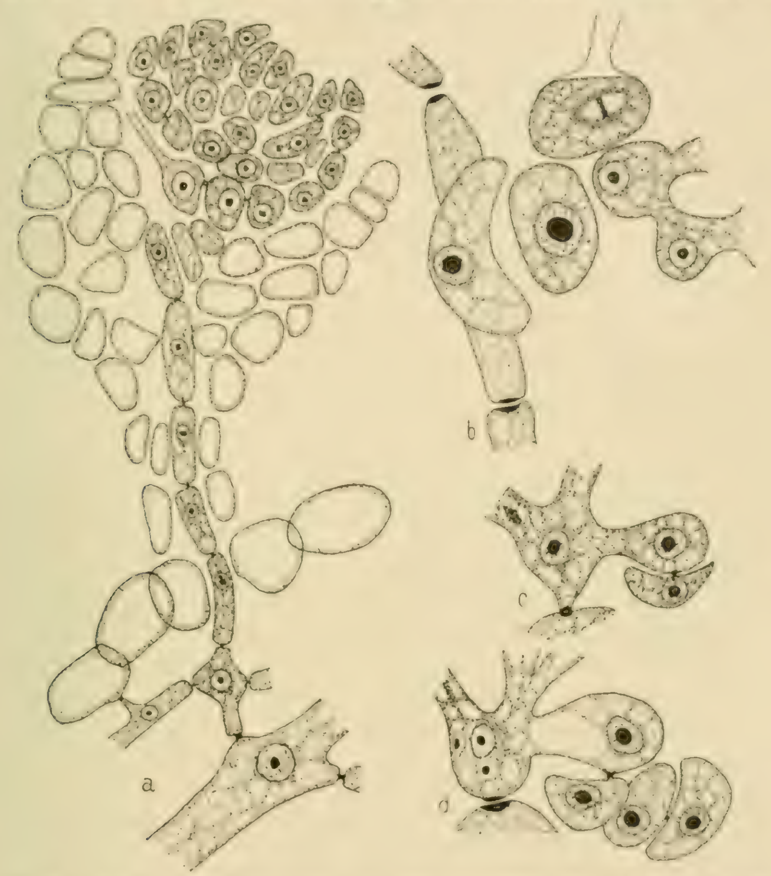


Fig. 7. *a* Fertiler Kurztrieb mit befruchtungsreifem Karpogon im Querschnitt; *b* Karpogon mit der ersten Teilung des Eikerns; *c* Karpogon nach der ersten Zellteilung; *d* 3 zelliger Gonimoblast. Vergr. *a* 900 mal, *b*—*d* 1400 mal.

übrigens unter den Florideen eine normale Erscheinung, daß die junge Trichogyne einen Kern enthält.

In der Fig. 6f ist ein fertiler Kurztrieb mit befruchtungsreifem Karpogon von der Seite gesehen, und in der Fig. 7a dasselbe im Querschnitt abgezeichnet worden.

Die Ernährungszellen sind anfangs ziemlich klein, vermehren und vergrößern sich aber schnell während der ersten Teilung des Karpogons. Sie werden dann auch oft zweikernig, was wohl nichts anderes bedeutet, als daß die letzte Zellteilung, die durch eine Kernteilung begonnen hat, nicht durch eine Wandbildung vollendet wird. In diesem Stadium fangen im Gegenteil die alten Querwände an, aufgelöst zu werden, wodurch die Ernährungszellen in direkte Verbindung miteinander und mit der hypogynen Zelle treten. Hierdurch wird selbstverständlich das Ableiten des Nährmaterials von den Ernährungszellen nach dem Karpogon befördert.

Auch die Zellen der Zystokarpienwand vermehren und vergrößern sich schnell während der ersten Teilung des Karpogons. Man vergleiche miteinander einerseits die Fig. 6f und 7 a, andererseits die Fig. 8.

5. Befruchtung und Reduktionsteilung.

Den Teilungsvorgängen des Eikerns habe ich eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Wie oben erwähnt wurde, findet man in den Präparaten nur selten diese Stadien, und ich habe deshalb nicht so viel darüber zu berichten, wie erwünscht wäre. Bei ein paar Gelegenheiten habe ich aber den Eikern im späteren Prophasenstadium gesehen, und es zeigte sich, daß die Chromosomenzahl etwa 20 betrug, also die haploide Zahl der Chromosomen. Ist die Zählung richtig, würde der Gonimoblast bei Bonnemaisonia in zytologischer Hinsicht der haploiden Phase angehören. Leider habe ich in den Gonimoblasten keine Kernteilungsstadien gefunden, wo sich die Chromosomenzahl hat bestimmen lassen, und ich weiß deshalb nicht durch direkte Beobachtungen, ob der Gonimoblast haploid oder diploid ist. Die Tatsache, daß Bonnemaisonia, soweit wir wissen, keine tetrasporentragende Generation besitzt, spricht aber dafür, daß die Karposporen haploid sind. Und sind die Karposporen haploid, so muß auch der Gonimoblast haploid sein, da man in der Entwicklung des Gonimoblasten nichts findet, was für das Vorkommen einer Reduktionsteilung spricht. Wir sind dann also zu dem Initium des Gonimoblasten, dem Karpogon, zurückgekommen, und sind meine Beobachtungen richtig, hätten wir bei

der ersten Teilung des Eikerns nur 20 Chromosomen. Ob diese einfache Chromosomen oder Doppelchromosomen waren, konnte ich nicht feststellen.

Eine andere Frage, die in diesem Zusammenhang beantwortet werden muß, ist die, ob eine Befruchtung eintritt oder nicht. Zur Beantwortung dieser Frage kann ich nur hervorheben, daß die Spermatien bei Bonnemaisonia vollkommen normal zu sein scheinen, und daß ich Trichogynen mit angehefteten Spermatien gesehen habe. Die Einwanderung des Spermatiumkernes in das Karpogon oder eine Verschmelzung zweier Geschlechtskerne in das Karpogon habe ich aber nicht gesehen, ich will aber nicht behaupten, daß eine normale Befruchtung nicht eintreten könnte.

Die Frage, ob eine Befruchtung eintritt oder nicht, muß ich also unbeantwortet lassen, und ich weiß deshalb nicht, was das Auftreten von 20 Chromosomen (d. h. die haploide Zahl) im späten Prophasenstadium des Eikerns bedeutet. Es könnte bedeuten, daß eine Reduktionsteilung vonstatten geht, es könnte aber auch darauf hinweisen, daß keine Befruchtung stattgefunden hätte, und daß also ein Fall von parthenogenetischer Entwicklung vorläge, eine generative Parthenogenesis nach der Nomenklatur von Winkler (1908, S. 303), da ja der Eikern in diesem Falle mit der haploiden Chromosomenzahl ausgestattet ist; Hartmann (1909, S. 10) bezeichnet dies als eine haploide Parthenogenesis.

Ich möchte aber auch die hier vorliegende Frage von einem anderen Gesichtspunkte aus beleuchten. Es wurde schon oben erwähnt, daß wir unter den Florideen in bezug auf die Chromosomenzahl zwei verschiedene Gruppen haben, die eine mit 20, die andere mit 10 haploiden Chromosomen. Zu der ersten Gruppe gehören Polysiphonia, Delesseria, Nitophyllum, Rhodomela und Griffithia, alle diplobiontische Florideen, zu der zweiten Gruppe gehören Scinaia und Nemalion, die beide haplobiontisch sind. Bonnemaisonia gehört in bezug auf die Chromosomenzahl zu der ersteren Gruppe, ist jedoch nicht diplobiontisch. Es konnte aber sein, daß Bonnemaisonia nur deshalb haplobiontisch ist, weil keine Befruchtung eintritt. Bei Scinaia und Nemalion tritt eine Befruchtung ein, diese sind

aber haplobiontisch, weil die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung stattfindet.

Über parthenogenetische Entwicklung bei den Florideen liegen bis jetzt meines Wissens nur zwei Angaben vor. Die erste ist von Davis (1896) in bezug auf einige Batrachospermum-Arten gegeben. Bei diesen wäre für die Weiterentwicklung des Karpogons nur eine Verschmelzung der Protoplasmamassen von Spermatium und Trichogyne notwendig; eine Verschmelzung zwischen den Kernen des Spermatiums und des Karpogons würde dagegen nicht stattfinden. Die Richtigkeit dieser Angaben ist von Schmidle (1899) und Osterhout (1900) bestritten worden. Die Verschmelzung der beiden Geschlechtskerne einer Batrachospermum-Art ist von Osterhout abgebildet worden.

Eine Angabe über parthenogenetische Entwicklung unter den Florideen, die mir vollkommen sichergestellt scheint, ist von Kuckuck (1912, S. 196) in bezug auf Platoma Bairdii gemacht worden. Bei dieser Alge sind keine Spermatien gefunden. Die Karpogone entwickeln sich parthenogenetisch, bilden lange Ooblastemfäden, welche mit besonderen Auxiliarzellen verschmelzen, die dann Gonimoblasten erzeugen. Systematisch gehört Platoma der Gruppe Cryptonemiales an. Die Arten, die zu dieser Gruppe gehören, sind im allgemeinen diplobiontisch. Platoma muß aber haplobiontisch sein, da mit dem Wegfall der Befruchtung auch die diploide tetrasporentragende Generation selbstverständlich verschwinden muß. Platoma besitzt freilich Tetrasporen; diese sind aber kreuzförmig geteilt und finden sich nach Kuckuck »entweder und in der Regel auf besonderen Pflanzen oder auch gar nicht selten mit den Karpogonen und Zystokarpien zusammen auf demselben Individuum«. Die tetrasporentragenden Individuen bei Platoma müssen haploid sein und sind nicht mit den diploiden, tetrasporenbildenden Individuen der diplobiontischen Florideen zu verwechseln, welche tetraedrisch geteilte (seltener quergeteilte) Tetrasporen besitzen.

6. Die Entwicklung der Zystokarpien.

Unmittelbar nach der ersten Teilung des Eikerns folgt eine Zellteilung, und das Karpogon wird dadurch in zwei Zellen zer-

legt, die je einen Kern besitzen. Die von dem Karpogon abgeschiedene neue Zelle stellt die Gonimoblastenanlage dar. Diese Anlage wird nach innen, d. h. in der Richtung gegen die großen, inhaltsreichen Zellen im Boden des jungen Zystokarps abgeschieden (vgl. Fig. 8). Nach dem Abscheiden dieser neuen Zelle

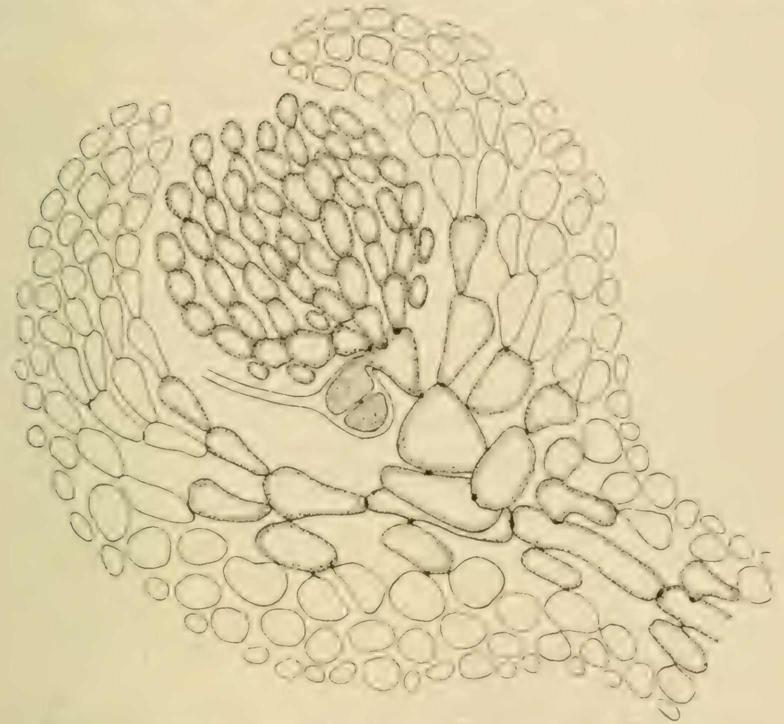


Fig. 8. Zystokarp nach der ersten Zellteilung des Karpogons. Vergr. 640mal.

stellt das ursprüngliche Karpogon nur eine Stielzelle dar, welche die Gonimoblastenanlage mit der hypogynen Zelle verbindet.

Zwischen der Stielzelle und der hypogynen Zelle entsteht eine offene Verbindung (vgl. Fig. 7c, 7d und 8), wodurch die Zuführung von Nahrung aus den sterilen Ernährungszellen, die schon früher miteinander und mit der hypogynen Zelle in offene Verbindung getreten sind, erleichtert wird. — Eine Teilung des Kernes der Stielzelle habe ich nicht nachweisen können, ich will aber nicht behaupten, daß eine solche nicht eintreten könnte.

Die Stielzelle bildet aber nie mehr als eine Gonimoblastenanlage.

Die Gonimoblastenanlage teilt sich schnell und erzeugt mehrere Zellen, die durch wiederholte Teilungen eine kleine Zellscheibe geben, welche sich zwischen den Ernährungszellen und dem Boden des Zystokarps entwickeln (vgl. Fig. 9). Alle Nahrung muß den jungen Gonimoblasten aus den Ernährungszellen unter



Fig. 9. Junge Gonimoblasten; in *c* ist das Fusionieren der Gonimoblastenanlage mit der Auxiliarzelle abgezeichnet worden. Vergr. 800mal.

Vermittlung von der hypogynen Zelle und der Stielzelle zugeführt werden. Die Ernährungszellen werden nach und nach entleert und enthalten schließlich nichts anderes als einige unverdauliche Plasma- und Zellkernreste, die sich indessen mit Eisenhämatoxylin sehr stark färben. — In der hypogynen Zelle treten oft Körnchen auf, die Zellkerne vortäuschen können (vgl. Fig. 7 d) und die den Übelstand mit sich geführt haben, daß es mir nicht möglich gewesen ist zu entscheiden, ob in dieser Zelle mehrere Kerne auftreten können oder nicht.

Die Tüpfelverbindung zwischen der hypogynen Zelle und der ersten Zelle des Karpogonastes vergrößert sich nicht in besonders hohem Grade (vgl. Fig. 7 c, 7 d, 8 und 9 a), und die

beiden Zellen treten nie in offene Verbindung miteinander. Die Nahrungszufuhr von der ersten Karpogonastzelle aus durch die hypogyne Zelle und die Stielzelle nach dem jungen Gonimoblasten muß deshalb sehr unbedeutend sein und ist für die Entwicklung des Gonimoblasten nach der Entleerung der oben erwähnten Ernährungszellen durchaus nicht hinreichend. Der



Fig. 10. Ältere Gonimoblasten. Vergr. *a* 800mal, *b* 580mal.

junge Gonimoblast müßte deshalb vor Hunger sterben, wenn er nicht eine andere Ernährungsquelle auffinden könnte. Eine solche Ernährungsquelle ist aber eine der großen, inhaltsreichen Zellen im Boden des Zystokarps, und mit dieser verbindet sich die junge Gonimoblastenscheibe zu einer großen Fusionszelle, einer Plazentalzelle. Nach der Herstellung dieser Verbindung erhält der Gonimoblast eine reichliche Menge Nahrung und kann sein Wachstum ruhig fortsetzen.

Die Untersuchung hat dargetan, daß die primäre Verbindung eben zwischen der Gonimoblastenanlage und der Tragzelle des Karpogonastes (d. h. der fertilen Perizentalzelle) stattfindet (vgl. Fig. 9c und 10a). Die Tragzelle dient also als Auxiliarzelle.

Nach der Herstellung der primären Verbindung verschmilzt die Gonimoblastenanlage mit denjenigen Zellen der jungen Gonimoblastenscheibe, die ihr am nächsten liegen, und es entsteht eine große, inhaltsreiche, mehrkernige Zelle, die Plazentalzelle (vgl. Fig. 10b), welche später mehr oder weniger mit der fertilen Zentralzelle verschmilzt (vgl. Fig. 11).

Die Zellen der primären Gonimoblastenscheibe, die nicht miteinander und mit der Auxiliarzelle verschmolzen sind, wachsen



Fig. 11. Zystokarp mit reifen Karposporen. Vergr. 240mal.

weiter und bilden drei- bis vierzellige Zweige, die von der Plazentalzelle aufrecht emporsteigen. Von der Plazentalzelle aus entwickeln sich dann mehrere kurze Zweigbüschel (vgl. Fig. 11). Die Endzellen der Zweigbüschel vergrößern sich stark und bilden sich zu Karposporangien um, die je eine Karpospore enthalten. Die subterminalen Zellen erzeugen im allgemeinen je drei Karposporangien.

Die Entstehung der Zystokarpienwand ist schon oben erwähnt worden. In der Fig. 11 ist ein Längsschnitt durch ein Zystokarp mit reifen Karposporen abgezeichnet worden.

II. Die systematische Stellung.

Bonnemaisonia gehört zu der Familie Bonnemaisoniaceae, und nach der Darstellung von Schmitz und Hauptfleich in

Engler und Prantl (Die natürlichen Pflanzenfamilien) vermittelt »die kleine Familie der B. den Übergang von der Familie der Sphaerococcaceae und zwar speziell von den Calliblepharideae, denen sie am nächsten steht, zu der Familie der Rhodomelaceae«. Hierzu ist aber zu bemerken, daß Schmitz die Systematik der Florideen mit vollem Recht auf die Entwicklungsweise des Gonimoblasten gegründet hat, und da unsere Kenntnis über die Entwicklungsgeschichte des Gonimoblasten bei denjenigen Arten, die zu der Familie Bonnemaisoniaceae gestellt werden, sehr unbefriedigend ist, sind selbstverständlich die Verwandtschaftsverhältnisse dieser Familie noch gar nicht sichergestellt. Im folgenden werde ich auch nachweisen, daß die Entwicklungsgeschichte des Gonimoblasten die Familie Bonnemaisoniaceae oder wenigstens die Gattung Bonnemaisonia in einen ganz anderen Verwandtschaftskreis stellt als in den oben nach Schmitz und Hauptfleich erwähnten.

Schmitz (1883) unterscheidet folgende Typen in bezug auf die Gonimoblastenentwicklung der Florideen:

1. Helminthocladieen (Lemanea, Batrachospermum, Helminthocladia, Nemalion, Scinaia). Bei diesen entwickelt sich der Gonimoblast von dem Karpogon aus, und alle Nahrung, die von der Mutterpflanze dem Gonimoblasten zuteil kommen soll, muß durch die Zellen des Karpogonastes zugeleitet werden. Auxiliarzellen fehlen.

2. Gelidieen (Gelidium, Caulacanthus, Wrangelia, Naccaria). Bei Gelidium und Caulacanthus entwickelt sich der Gonimoblast in ähnlicher Weise wie bei den Helminthocladieen direkt aus dem Karpogon und tritt nie in Verbindung mit vegetativen Zellen, die zu der Mutterpflanze gehören. Die Nahrung des Gonimoblasten muß durch die Zellen des Karpogonastes zugeführt werden. Bei Wrangelia und Naccaria, die von Zerlang (1889) näher untersucht worden sind, ist ebenfalls das Karpogon als Ausgangspunkt des Gonimoblasten zu bezeichnen, dieser tritt aber in Verbindung mit inhaltsreichen, vegetativen Zellen, die von Schmitz als Auxiliarzellen bezeichnet worden sind, und durch welche von der Mutterpflanze eine reichliche Menge Nahrung dem Gonimoblasten zugeführt werden kann.

3. Cryptonemieen und Squamarieen (Dudresneya, Polyides, Dumontia, Calosiphonia, Gloeosiphonia, Petrocelis, Cruoriopsis). Unter diesen ist besonders Dudresneya durch die Untersuchungen von Oltmanns (1898) sehr gut bekannt. Das Karpogon entwickelt bei dieser Alge lange Zellfäden, die Ooblastemfäden (sporogene Fäden nach Oltmanns), welche mit besonderen, inhaltsreichen Zellen, den Auxiliarzellen, verschmelzen. Von den Auxiliarzellen entwickeln sich dann die Gonimoblasten. Die Auxiliarzellen stellen in erster Linie die Ausgangspunkte der Gonimoblasten dar, spielen aber auch eine Rolle als Ernährungszellen.

4. Corallineen. Diese spielen in diesem Zusammenhang keine Rolle.

5. Ceramieen, Rhodomeleen, Sphaerococceen, Rhodymenieen und Gigartineen. Bei Callithamnion, die von Oltmanns (1898) näher untersucht worden ist, entwickelt das Karpogon nach der Befruchtung zwei Ooblastemfäden, die aber nur aus 2 bis 3 Zellen bestehen. Jeder Ooblastemfaden verbindet sich mit einer Auxiliarzelle, und nachdem diese einen neuen Kern erhalten hat, entwickelt sie einen Gonimoblasten. Bei Rhodomela (vgl. Kylin 1914) werden keine Ooblastemfäden gebildet, sondern das Karpogon fusioniert nach der Befruchtung direkt mit der Auxiliarzelle, die dann einen Gonimoblasten entwickelt. Diese letztere Verbindungsweise zwischen dem Karpogon und der Auxiliarzelle ist wahrscheinlich die gewöhnlichste unter den Algen, die zu dieser Gruppe gehören. Die Auxiliarzelle ist in ähnlicher Weise wie bei den Cryptonemieen in erster Linie der Ausgangspunkt des Gonimoblasten, spielt aber daneben auch eine Rolle als Ernährungszelle.

Aus der oben gegebenen Auseinandersetzung geht hervor, daß die Auxiliarzellen der Florideen zwei verschiedene Aufgaben haben, indem sie teils Ernährungszellen darstellen, teils Ausgangspunkte der Gonimoblasten sind. Bei zwei der oben erwähnten Florideen dienen sie aber nur als Ernährungszellen, nämlich bei Wrangelia und Naccaria. Bei diesen ist das Karpogon als Ausgangspunkt der Gonimoblasten zu bezeichnen, weil die Ooblastemfäden nach dem Fusionieren mit den Auxiliarzellen nicht absterben, sondern sich weiter entwickeln und kar-

posporentragende Zweigbüschel erzeugen. Die Ooblastemfäden der Cryptonemieen sterben dagegen nach dem Fusionieren mit den Auxiliarzellen ab und tragen keine karposporenbildenden Zweigbüschel. Diese werden nur von den Auxiliarzellen ausgebildet.

Es dürfte jetzt nicht schwierig sein, Bonnemaisonia in das System der Florideen hineinzufügen. Sie schließt sich deutlich am nächsten an Wrangelia und Naccaria an, mit denen sie gemeinsam hat, daß die Auxiliarzelle nur als Ernährungszelle, nicht aber als Ausgangspunkt des Gonimoblasten dient. Unter diesen beiden Arten besitzt Wrangelia den einfacheren Gonimoblastentypus, Naccaria steht auf einer etwas höheren Entwicklungsstufe. Bonnemaisonia zeigt in vielen Beziehungen große Übereinstimmungen mit Naccaria. Beide besitzen einen dreizelligen Karpogonast, dessen hypogyne Zelle einen Büschel inhaltsreicher Zellen trägt. Das Karpogon erzeugt bei seiner ersten Teilung eine Gonimoblastenanlage und eine Stielzelle, welche letztere mit der hypogynen Zelle in offene Verbindung tritt. Von der Gonimoblastenanlage entwickelt sich der Gonimoblast, der bei Naccaria sich mit mehreren Auxiliarzellen verbindet, bei Bonnemaisonia dagegen nur mit einer besonderen Zelle, der Tragzelle des Karpogonastes. Die letztere Art repräsentiert also eine höhere Entwicklungsstufe als die erstere.

Mit Naccaria nahe verwandt ist Atractophora, eine Gattung, die ebenfalls von Zerlang (1889) untersucht worden ist. Bei dieser fusioniert die Gonimoblastenanlage unmittelbar mit der Tragzelle des Karpogonastes, die also als Auxiliarzelle dient. Dies deutet darauf hin, daß Atractophora eine etwas höhere Entwicklungsstufe als Bonnemaisonia repräsentiert, bei welcher die Gonimoblastenanlage zuerst eine Zellscheibe ausbildet und erst dann mit der Tragzelle des Karpogonastes fusioniert. Die Angaben von Zerlang sind aber nicht hinreichend eingehend, um einen näheren Vergleich zu gestatten, und es wäre deshalb sehr zu wünschen, daß eine neue Untersuchung den besonders interessanten Gattungen Wrangelia, Naccaria und Atractophora gewidmet würde. Ehe eine solche Untersuchung ausgeführt worden ist, ist es nicht möglich, diese Gruppe von Gattungen in das System der Florideen

sicher einzupassen. Es scheint mir aber, als ob sie in bezug auf die Entwicklungsgeschichte des Gonimoblasten den Übergang zwischen Nemalionales (und zwar besonders den Gelidiaceen) einerseits, und Cryptonemiales (durch Wrangelia) und Gigartinales (durch Atractophora) andererseits vermittelte. Ähnliche Gesichtspunkte sind schon von Oltmanns (1898, S. 130 und 1904, S. 720) geltend gemacht worden.

In seiner Arbeit über Scinaia diskutiert Svedelius die Frage, ob wir der Tatsache, daß einige Florideen in bezug auf ihren Entwicklungszyklus haplobiontisch, andere dagegen diplobiontisch sind, einen systematischen Wert beilegen können. Er schreibt (1915, S. 47): »Unter solchen Umständen läge es ja nahe, den haplobiontischen und diplobiontischen Entwicklungszyklus als Grundlage für die Systematik der Florideen anzuwenden. Eine solche Einteilung scheint mir jedoch, wenigstens zurzeit, wie ansprechend sie auch im übrigen sein möchte, etwas verfrüht, deshalb nämlich, weil dieser Einteilungsgrund auf eine unnatürliche Weise nicht nur ziemlich natürlicher Gruppen, sondern sogar auch heutige Gattungen zerreißen würde. Dieser Umstand ist — scheint es mir — interessant, da er darauf hinweist, daß innerhalb nahestehender Typen ein verschiedener Generationswechseltypus vorhanden ist, oder mit anderen Worten, daß ein Übergang von haplobiontischer zu diplobiontischer Entwicklung stattfindet. Ich bin so z. B. der Ansicht, daß Kolderup-Rosenvinges Untersuchungen über die Chantransia-Gattung deutlich zeigen, daß dies innerhalb dieser Gattung der Fall ist. Wir treffen hier nämlich Arten sowohl mit Mono- als mit Tetrasporangien an. Die Monosporangien kommen an demselben Individuum wie die Geschlechtsorgane vor. Das ist dagegen nicht mehr der Fall bei der tetrasporenbildenden Chantransia efflorescens, die stets Geschlechtsorgane und Tetrasporen an verschiedenen Individuen hat. Kolderup-Rosenvinge nimmt auch für diese Art einen Generationswechsel nach dem Polysiphonia-Typus an — sie wäre also meiner Terminologie gemäß diplobiontisch — welche Annahme auch dadurch gestützt wird, daß Geschlechtsindividuen und Tetrasporenpflanzen in der Natur alternierend zu verschiedenen Zeiten vorkommen: die letzteren im Frühling, die ersteren im Sommer.«

In dieser Auseinandersetzung hat Svedelius nicht berücksichtigt, daß die Tetrasporen bei Chantransia efflorescens nicht durch Tetraederleitung, sondern durch Kreuzteilung entstehen. Die Tetrasporen dieser Alge sind »paarig« geteilt.

In bezug auf die durch Kreuzteilung gebildeten Tetrasporen schreibt Svedelius (a. a. O., S. 50): »Meines Erachtens ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß eine künftige Untersuchung der sogenannten kreuzgeteilten Tetrasporen ergeben wird, daß wir es dort nicht mit einer Reduktionsteilung zu tun haben, sondern daß die Teilung nur eine rein vegetative Teilung einer Monospore ist. Ein Vorkommen von Monosporen und derartigen kreuzgeteilten ›Tetrasporen‹ an demselben Individuum ließ sich dann vom Generationswechselgesichtspunkt aus ohne Schwierigkeit erklären.«

Wie Svedelius, glaube auch ich, daß bei der Bildung der paarig geteilten Tetrasporen wahrscheinlich keine Reduktionsteilung stattfindet. Svedelius hat schon auf diejenigen Chantransia-Arten hingewiesen, die Monosporen und paarig geteilte Tetrasporen auf demselben Individuen tragen. Ich möchte zwei Beispiele hinzufügen. Bei Galaxaura (Kjellman 1900, S. 21) und Platoma (Kuckuck 1912, S. 191) besitzen die Geschlechtspflanzen paarig geteilte Tetrasporen und da diese also auf der haploiden Generation auftreten, läßt sich bei ihrer Bildung kaum eine Reduktionsteilung denken. Künftige Untersuchungen werden sicher diese Beispiele vermehren, doch kann man selbstverständlich nicht auf Grund solcher Fälle behaupten, daß bei den Florideen nie eine Reduktionsteilung bei der Entstehung paarig geteilter Tetrasporen vorkommen könnte.

Es ist noch die Bemerkung hinzuzufügen, daß bei Chantransia efflorescens neben den paarig geteilten Tetrasporen auch Monosporen vorhanden sind (vgl. Rosenvinge 1909, S. 134), die zusammen mit den Tetrasporen vorkommen, nie aber an den Geschlechtspflanzen beobachtet worden sind. Und werden nun alle die obenerwähnten Bemerkungen berücksichtigt, scheint es mir ziemlich unwahrscheinlich, daß wir bei Chantransia efflorescens einen Generationswechsel nach dem Polysiphonia-Typus hätten. Diese Alge ist wahrscheinlich eine haplobiontische und keine diplobiontische Floridee in dem

Sinne Svedelius, und sie kann also kein Argument gegen die Anwendung des haplobiontischen und diplobiontischen Entwicklungszyklus als Grundlage für die Systematik der Florideen abgeben. Durch neue Untersuchungen muß indessen die Frage gelöst werden, in welcher Weise der Generationswechsel bei Chantransia efflorescens von statten geht.

Da es mir wahrscheinlich scheint, daß Chantransia efflorescens in der künftigen Diskussion über den Generationswechsel der Florideen eine hervorragende Rolle spielen wird, werde ich aus der algologischen Literatur einige Tatsachen anführen, die dafür sprechen, daß wir am besten tun, wenn wir diese Alge beiseite lassen, bis sie von neuem untersucht worden ist.

Die Geschlechtsorgane von Chantransia efflorescens sind zuerst von Gran (1896, S. 19) beschrieben worden. Später habe ich diese Alge untersucht (1906) und dabei eine von Reinke (1889, S. 23, Tafel 21) beschriebene Rhodochorton-Art, Rhodochorton chantransioides, als Synonym zu Chantransia efflorescens aufgeführt. Rhodochorton chantransioides wäre nur eine tetrasporentragende Form von Chantransia efflorescens. Und in einer vor ein paar Jahren erschienenen Arbeit hat Rosenvinge (1909, S. 134) meiner Meinung über die Zusammengehörigkeit dieser beiden Arten zugestimmt. Rosenvinge hat auch beobachtet, daß die ungeschlechtliche Pflanze hauptsächlich im Frühling, die geschlechtliche dagegen im Sommer auftritt. Diese Beobachtung ist aber in der Literatur etwas stark schematisiert worden. Die Originalangabe von Rosenvinge lautet: »Sporangia-bearing plants occur in April to June, more rarely in July. Sexorgans have been met with in all the mouths named, fully developed cystocarps only in June to August« Das Auftreten dieser beiden Formen zu verschiedenen Jahreszeiten ist also nicht so besonders extrem, und dies stimmt gut mit meinen eigenen Beobachtungen überein, indem ich die tetrasporangientragende Form Mitte und Ende Juni zusammen mit Geschlechtsindividuen beobachtet habe, die mit voll entwickelten Gonimoblasten versehen waren.

Die Zusammengehörigkeit von Chantransia efflorescens

und Rhodochorton chantransioides ist aber nicht experimentell bewiesen. Sie sind sicher miteinander sehr nahe verwandt, es scheint mir aber nicht ausgeschlossen, daß die Tetraspore (oder Monospore) wieder eine ungeschlechtliche Generation ergibt, und die Karpospore eine geschlechtliche. Wäre dies zutreffend, so wären die beiden Formen als verschiedene Arten zu betrachten. Es könnte aber auch sein, daß die Tetraspore gelegentlich entweder ein ungeschlechtliches oder ein geschlechtliches Individuum ergäbe und die Tetrasporenbildung wäre dann nur eine Nebenerscheinung, die in den normalen Verlauf des Generationswechsels nicht unbedingt einbezogen werden müßte. So verhält sich sicher die von Kuckuck untersuchte Platoma Bairdii. Das Vorkommen von (paarig) geteilten Tetrasporen neben Monosporen macht es meiner Ansicht nach wahrscheinlich, daß die Reduktionsteilung bei Chantransia efflorescens in ähnlicher Weise wie bei Scinaia und Nemalion bei der ersten Teilung des Zygotenkerns von statten geht.

Aus dem oben Angeführten geht meines Erachtens hervor, daß wir das Beispiel Chantransia efflorescens nicht benutzen können, wenn es zu entscheiden gilt, ob der haplobiontische und diplobiontische Entwicklungszyklus als Grundlage für die Systematik der Florideen anwendbar sei oder nicht. In diesem Zusammenhang möchte ich aber die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß ein haplobiontischer Entwicklungszyklus von verschiedenen Ursachen bedingt sein kann, und zwar erstens davon, daß die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung stattfindet (bei Scinaia und Nemalion), zweitens davon, daß keine Befruchtung eintritt (bei Platoma). Diese letzte Art gehört systematisch vielleicht den diplobiontischen Florideen an, und ist durch den Wegfall der Befruchtung haplobiontisch geworden. Ich glaube aber, daß wir auch unter den (systematisch haplobiontischen) Florideen solche finden werden, die sich parthenogenetisch entwickeln.

Der Umstand, daß sich eine Floridee haplobiontisch oder diplobiontisch entwickelt, kann also nicht systematisch verwertet werden, da man immer mit der Möglichkeit zu rechnen hat, daß eine parthenogenetische Entwicklung einer (systematisch diplobiontischen) Floridee vorliegt. Doch glaube ich, daß die

Florideenreihe aus zwei verschiedenen Unterreihen besteht, von denen die eine »systematisch haplobiontisch«, die andere »systematisch diplobiontisch« ist; d. h. bei der einen Unterreihe findet die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung statt, bei der anderen dagegen bei der Bildung der Tetrasporen. Wo die Grenze zwischen diesen Unterreihen zu ziehen ist, wissen wir zurzeit nicht, es scheint mir aber wahrscheinlich, daß die Familien, die zu Nemalionales gehören, »systematisch haplobiontisch« sind; die meisten der übrigen Familien sind sicher »systematisch diplobiontisch«.

Nun fragt es sich aber, ob die oben mehrmals besprochenen Gattungen Wrangelia, Naccaria und Atractophora haplobiontisch oder diplobiontisch sind. So viel wir bisher wissen, sind bei Naccaria und Atractophora keine Tetrasporen vorhanden, und diese Gattungen wären demnach haplobiontisch; ob »systematisch« oder nur »biologisch«, wissen wir zurzeit natürlich nicht. Bei Wrangelia gibt es dagegen nach Zerlang (1889, S. 379) tetraedrisch geteilte Tetrasporen, die sich stets an besonderen Individuen finden. Diese Art wäre demnach diplobiontisch. Wie wir sehen, gibt es hier mehrere Fragen, die gegenwärtig nicht zu beantworten sind, die aber dringend einer neuen Untersuchung harren.

Zuletzt möchte ich auch die Aufmerksamkeit auf die beiden Arten der Gattung Dudresneya lenken, nämlich Dudresneya purpurifera und Dudresneya coccinea. Die erstere entbehrt die Tetrasporen und ist demnach haplobiontisch, die letztere besitzt Tetrasporen an besonderen Individuen und wäre demnach diplobiontisch; die Tetrasporen dieser Art sind quergeteilt. — Hier stecken mehrere besonders interessante Fragen, die wir zurzeit nicht beantworten können, für deren Beantwortung aber eine zytologische Untersuchung der beiden Dudresneya-Arten dringend nötig ist.

III. Zur Frage des Generationswechsels der Algen.

In der Arbeit »Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen« faßt Oltmanns seine Auffassung über den Generationswechsel der Florideen folgendermaßen zusammen: »Wir unterscheiden

bei den Florideen den Gametophyten, d. h. den Träger der Sexualorgane, und den Sporophyten, den Träger und Bildner der Sporen. Die Tetrasporen werden angesehen als brutknospengleiche Nebenfruchtformen.«

Durch seine zytologische Untersuchung über Polysiphonia violacea, wodurch nachgewiesen worden ist, daß eine Reduktionsteilung bei der Bildung der Tetrasporen von statten geht, ist dagegen Yamanouchi (1906) zu einer ganz anderen Auffassung gekommen. Er meint, daß der Sporophyt aus dem Gonimoblasten und dem tetrasporentragenden Individuum besteht. Aus zytologischen Gründen wäre es notwendig, anzunehmen, daß die Karpospore ein tetrasporentragendes, die Tetraspore dagegen ein geschlechtliches Individuum gäbe. Dieser Auffassung hat sich Svedelius (1911), welcher eine eingehende Untersuchung über die Zytologie von Delesseria sanguina gemacht hat, angeschlossen. Und vor ein paar Jahren wies Lewis (1912) experimentell nach, daß die Tetraspore tatsächlich ein geschlechtliches Individuum gibt, die Karpospore dagegen ein tetrasporentragendes.

Bei denjenigen Florideen, die keine Tetrasporen bilden, ist die Reduktionsteilung wahrscheinlich zu der ersten Teilung des Zygotenkerns verlegt worden (falls nicht eine parthenogenetische Entwicklung, des Wegfalls der Befruchtung wegen, stattfindet), und zwar ist von Svedelius nachgewiesen worden, daß die Reduktionsteilung bei Scinaia unmittelbar nach der Befruchtung eintritt. Er meint deshalb, daß in diesem Falle die Zygote den Sporophyten darstellt und der Gametophyt von dem Gonimoblasten und der geschlechtlichen Pflanze zusammengesetzt wird. Wir hätten also bei den nicht tetrasporenbildenden Florideen (den haplobiontischen) zwei Generationen, nämlich einen rudimentären Sporophyten und einen Gametophyten, der aus dem Gonimoblasten und der geschlechtlichen Pflanze bestände. Bei den tetrasporenbildenden Florideen (den diplobiontischen) hätten wir ebenfalls zwei Generationen, nämlich einen wohl entwickelten Sporophyten, der von dem Gonimoblasten und der tetrasporenbildenden Pflanze zusammengesetzt würde, und einen Gametophyten.

Betreffs des biologischen Entwicklungsverlaufs der Florideen

bin ich derselben Meinung wie Svedelius, ich glaube aber, daß wir die verschiedenen Generationen anders begrenzen müssen und auch so bezeichnen sollen, daß unsere Namen für die in der Natur auftretenden Generationen so gut wie möglich passen. Ich finde es daher am besten, wenn wir den Gonimoblasten der Florideen als eine besondere Generation auffassen, wie es ja schon Oltmanns und mehrere andere Algologen getan haben. Diese Generation nenne ich im folgenden, sie möge haploid oder diploid sein, einen Karposporophyten, ein Name, der schon von Janet (1914, S. 60) verwendet worden ist. Bei den haplobiontischen Florideen fehlt meiner Meinung nach der Sporophyt, weil die diploide Phase auf die Zygote beschränkt ist. Bei den diplobiontischen Florideen ist die diploide Phase in zwei Generationen zerlegt, den Karposporophyten und den Tetrasporophyten.

Wir haben also meiner Meinung nach bei den haplobiontischen Florideen zwei Generationen, nämlich den Gametophyten und den Karposporophyten, bei den diplobiontischen dagegen drei, nämlich den Gametophyten, den Karposporophyten und den Tetrasporophyten. Der Karposporophyt ist bei den haplobiontischen Florideen haploid, bei den diplobiontischen dagegen diploid.

Es erübrigt jetzt, den Generationswechsel der übrigen Algengruppen mit einigen Worten zu besprechen. Die bis jetzt bekannten Tatsachen über dieses Thema sind jüngst von Bonnet (1914) gut zusammengestellt worden, und will ich deshalb auf diese Arbeit hinweisen. Ich beabsichtige in diesem Zusammenhang nur einige prinzipielle Fragen kurz zu berühren.

Wie wir wissen, ist die Auffassung, daß es im Pflanzenreich einen Generationswechsel gibt, zuerst von Hofmeister (1851) dargelegt worden. Er wies nach, daß wir bei den Farnkräutern und den Moosen einen regelmäßigen Wechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation haben. Diese Generationen sind in der Literatur später als Gametophyt und Sporophyt bezeichnet worden.

Von Hofmeister wurden die beiden Generationen morphologisch begrenzt. Die Generationswechselfrage war, möchte ich sagen, eine morphologische Frage. In den folgenden Jahrzehnten

versuchten mehrere Forscher auch bei anderen Pflanzengruppen einen Generationswechsel nachzuweisen. Bei der Begrenzung der Generationen spielten die morphologischen Gesichtspunkte die Hauptrolle, bei einigen Forschern findet man aber auch biologische Gesichtspunkte.

Das Jahr 1894 hat in der Geschichte der Generationswechselfrage eine besonders große Bedeutung. In diesem Jahr wies nämlich Strasburger nach, daß die geschlechtliche und die ungeschlechtliche Generation von Osmunda regalis verschiedene Chromosomenzahlen führen. Er schreibt (1894, S. 828): »So steht es denn für Osmunda regalis und damit wohl überhaupt für die Farne fest, daß deren geschlechtliche Generation nur halb so viel Chromosomen in den Kernen wie die ungeschlechtliche führt.« Von diesem Zeitpunkt an ist die Generationswechselfrage eine zytologische Frage geworden; zu bemerken ist aber, daß Strasburger diese Frage nicht einseitig zytologisch behandelt. Nach und nach werden aber alle morphologischen und biologischen Gesichtspunkte verworfen. Einige Forscher, wie Oltmanns und Goebel, versuchen freilich auch diese Gesichtspunkte geltend zu machen, die Zytologen sind aber in der Mehrzahl, und von diesen werden keine anderen Gesichtspunkte als die zytologischen genehmigt; unter diesen Zytologen sind besonders Lotsy, Chamberlain, Winkler, Svedelius und Bonnet zu nennen. Es soll kein anderer Generationswechsel existieren als der, welcher sich auf die Natur des Kernes, haploid oder diploid zu sein, bezieht (vgl. Svedelius 1915, S. 46).

Die geschlechtlichen und die ungeschlechtlichen Generationen, die Gametophyten und die Sporophyten werden zytologisch begrenzt und in vollkommen konsequenter Weise wird alles, was haploid ist, Gametophyt und alles, was diploid ist, Sporophyt genannt. Es hat sich aber gezeigt, daß es auf große Schwierigkeiten stößt, wenn man die Namen Gametophyt und Sporophyt, die aus morphologischen Gesichtspunkten gegeben sind, konsequent in zystologische Erde umpflanzen will. Um diesen Übelstand einigermaßen abzuhelfen, hat Lotsy zwei neue Begriffe eingeführt, nämlich »x-Generation« und »2x-Generation«. Er schreibt (1904, S. 219): »Die Begriffe »x-Generation« und »2x-Generation« sollen an die

Stelle der Wörter Gametophyt und Sporophyt treten.« Dies ist als ein bedeutender Fortschritt zu begrüßen, da hierdurch zwei Namen geschaffen worden sind, die sich nur auf zytologische Verhältnisse gründen und nichts in bezug auf die Morphologie oder die Biologie der verschiedenen Generationen sagen[1]. Diese Terminologie ist von Bonnet in einer klaren und übersichtlichen Weise verwendet worden und er hat folgerichtig die morphologischen Begriffe Gametophyt und Sporophyt aus seiner zytologisch begründeten Generationswechseltheorie ausgeschaltet. Dies ist auch als ein Fortschritt zu begrüßen, da man immer die x-Generation und die 2x-Generation klar und logisch begrenzen kann. Mit der Zygote beginnt die 2x-Generation und mit der Reduktionsteilung wird sie abgeschlossen; mit den bei der Reduktionsteilung gebildeten zwei Zellen, den Dyaden, beginnt die x-Generation und mit den Geschlechtszellen wird sie abgeschlossen. Bei denjenigen Algen, wo die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung von statten geht, ist die 2x-Generation natürlich einzellig.

Anstatt der Termen x-Generation und 2x-Generation werden in der Literatur auch die von Strasburger abstammenden Termen haploide und diploide Generation mit derselben Begrenzung wie die x- und 2x-Generationen benutzt. Ich werde im folgenden diese letzteren Namen verwenden.

Nun fragt es sich aber, ob die von einseitig zytologischen Gesichtspunkten begrenzten haploiden und diploiden Generationen auch den in der Natur auftretenden Generationen vollkommen entsprechen. Ich werde unten durch einige Beispiele nachweisen, daß dies nicht der Fall ist. Die in der Natur auftretenden Generationen lassen sich nicht einseitig zytologisch begrenzen. Wir müssen in der Generationswechselfrage nicht nur zytologische, sondern auch morphologische und biologische Gesichtspunkte berücksichtigen. Von einseitig zytologischem

[1]) Nach Lotsy (1905, S. 114) möchte ich noch zitieren: »Wie man sieht, ist bei den Pflanzen der Ausdruck x-Generation mit Gametophyt, der Ausdruck 2x-Generation mit Sporophyt gleichwertig. Die hier verwendeten Ausdrücke sind aber einer weiteren Verwendung als diese fähig. Ist es schon mißlich, eine Pflanze, welche, wie eine Vaucheria z. B., Zoosporen und Gameten fortbringt, mit dem Namen Gametophyt zu bezeichnen, geradezu gefährlich könnte es werden, einen Menschen ein Sporozoon zu schelten.«

Gesichtspunkte haben wir, möchte ich sogar sagen, keine Generationen, weil das, was als zytologisch begrenzte Generationen gedeutet worden ist, nur zwei in bezug auf die Chromosomenzahl verschiedene Phasen in der Entwicklungsgeschichte einer Pflanze darstellt. Im folgenden werde ich deshalb in zytologischer Hinsicht von haploiden und diploiden Phasen sprechen, und werde bei der Begrenzung der Generationen auch morphologische und biologische Gesichtspunkte berücksichtigen.

In der Entwicklungsgeschichte einer Pflanze ist der zytologische Phasenwechsel von besonders großer Bedeutung, er darf aber nicht mit dem Generationswechsel verwechselt werden. Die zytologischen Phasen lassen sich klar und logisch begrenzen, und sie spielen in der Entwicklungsgeschichte einer Pflanze eine hervorragende Rolle. Wir müssen deshalb immer danach streben, bei allen Pflanzen die zytologischen Kardinalpunkte, die Befruchtung und die Reduktionsteilung kennen zu lernen und ehe wir diese kennen, fehlt etwas Wesentliches in unserer Kenntnis von der Entwicklungsgeschichte derjenigen Pflanzen, die eine geschlechtliche Fortpflanzung besitzen. Was wir dagegen bei den verschiedenen Pflanzen als Generationen bezeichnen sollen, ist nicht selten sehr schwierig zu entscheiden, dies nimmt aber nicht wunder, wenn man bedenkt, daß die Natur sich doch nicht schematisieren läßt.

Unten werde ich durch einige Beispiele den zytologischen Phasenwechsel und den Generationswechsel bei den Algen beleuchten.

Chlamydomonas. Die Zygote repräsentiert die diploide Phase. Bei der Keimung der Zygote tritt zuerst eine Reduktionsteilung ein, dann folgt eine haploide Teilungsphase, die zur Bildung von vier Zoosporen führt. Diese Sporen treten aus der Zygote heraus, vergrößern sich, erzeugen schließlich Gameten und repräsentieren dann die geschlechtliche Generation. Die haploide Phase zerfällt in zwei Generationen, zuerst eine zoosporenbildende, dann eine geschlechtliche, und da die letztere ein Glied im Zyklus eines Generationswechsels darstellt, nenne ich sie einen Gametophyten.

Oedogonium. Die Zygote repräsentiert auch bei dieser Alge die diploide Phase und bei der Keimung entstehen vier

Zoosporen. Diese erzeugen Zellfäden, die sich geschlechtlich fortpflanzen. Die haploide Phase besteht wie bei Chlamydomonas aus zwei Generationen, einer zoosporenbildenden und einer geschlechtlichen. Die letztere möge Gametophyt genannt werden. Die Zoosporen dieser beiden Algen, die ja unmittelbar nach einer Reduktionsteilung gebildet werden, entsprechen den Tetrasporen bei anderen Pflanzen. Sie sind bewegliche Tetrasporen.

Coleochaete. Diese Alge unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden hinsichtlich des Generationswechsels nur darin, daß die zoosporenbildende Generation acht Zoosporen erzeugt. Die Zygote ist die diploide Phase und die haploide Phase ist von zwei Generationen zusammengesetzt.

Spirogyra. Bei der Keimung der Zygote entsteht bei dieser Alge keine zoosporenbildende, sondern direkt eine neue geschlechtliche Generation. Die Zygote stellt die diploide Phase dar. Die erste Teilung der Zygote ist eine Reduktionsteilung und nach dieser folgt eine haploide Teilungsphase, wodurch vier Kerne gebildet werden. Von diesen gehen aber drei bald zugrunde, nur einer wächst aus und erzeugt dann einen neuen Spirogyra-Faden. Der Generationswechsel ist verloren gegangen und zwar durch Reduktion der zoosporenbildenden Generation. Die Generation, welche übrig geblieben ist, entspricht dem Gametophyten der vorher besprochenen Algen, da sie aber kein Glied im Zyklus eines Generationswechsels darstellt, nenne ich sie nicht einen Gametophyten.

Dictyota. Bei dieser Alge haben wir zwei Generationen, eine geschlechtliche (den Gametophyten) und eine tetrasporenbildende (den Sporophyten), die, wenn man von den Fortpflanzungsorganen absieht, morphologisch gleich, aber zytologisch verschieden sind. Die diploide Phase endet mit der Reduktionsteilung, der Sporophyt endet aber erst mit den Tetrasporen, die die Initien des Gametophyten darstellen. Zwischen diesen beiden Punkten in der Entwicklungsgeschichte liegt eine haploide Teilungsphase, die zytologisch natürlich der haploiden Phase angehört, aber morphologisch den Sporophyten zuzuzählen ist. Die morphologischen Begriffe Gametophyt und Sporophyt und die zytologischen Begriffe haploide und diploide Phase decken einander also nicht vollständig.

Cutleria. Bei dieser sind die beiden Generationen, der Gametophyt und der Sporophyt, nicht nur zytologisch, sondern auch morphologisch verschieden. Nach der Reduktionsteilung werden acht Zoosporen gebildet. Es treten also zwei haploide Teilungsphasen ein, die morphologisch dem Sporophyten angehören.

Laminaria digitata. Am Ende des letzten Jahres (1915) erschien eine Arbeit von Sauvageau über die Sexualität einer Laminariacee, Saccorhiza bulbosa. Bei der Keimung der Zoosporen sollten sich mikroskopisch kleine, männliche oder weibliche Gametophyten entwickeln, die Spermatozoide bzw. Eier erzeugten. Aus dem befruchteten Ei wächst eine neue Saccorhiza-Pflanze hervor, die also einen Sporophyten darstellen würde. Während des letzten Winters habe ich die Keimung der Zoosporen von Laminaria digitata und die Entwicklung der Jugendstadien dieser Pflanze verfolgt und habe dabei gefunden, daß diese Alge sich in ähnlicher Weise wie Saccorhiza nach den Angaben von Sauvageau verhält. Bei Laminaria digitata gibt es demnach mikroskopisch kleine, männliche oder weibliche Gametophyten, die ausgebildete Laminaria stellt einen Sporophyten dar. Wo die Reduktionsteilung von statten geht, ist noch nicht untersucht. Wenn man aber bedenkt, daß das Sporangium einer Laminaria doch sicher mit dem Zoosporangium einer Cutleria und mit dem Oogon oder dem Antheridium einer Fucus-Art homolog ist, kann man schon von vornherein behaupten, daß die Reduktionsteilung bei Laminaria bei der ersten Teilung des Sporangienkerns stattfinden muß. Nach der Reduktionsteilung treten vier oder fünf haploide Kernteilungsphasen ein, die in der Bildung von 32 oder 64 Zoosporen resultieren (die Zahl der Sporen ist noch nicht sicher festgestellt). Bei Laminaria gibt es demnach 4 oder 5 haploide Kernteilungsphasen, die morphologisch dem Sporophyten angehören.

Fucus. Die Fucus-Pflanze ist diploid. Die erste Kernteilung des Antheridiums oder des Oogons ist eine Reduktionsteilung. Nach dieser Teilung finden im Antheridium 5, im Oogon dagegen nur 2 haploide Kernteilungsphasen statt, und wir erhalten im Antheridium 64 Spermatozoide (mit Mikrosporen homolog)

und im Oogon 8 Eier (mit Makrosporen homolog). Das befruchtete Ei ergibt wieder eine Fucus-Pflanze, und es kommt demnach kein Generationswechsel vor, wohl aber in zytologischer Hinsicht ein Wechsel zwischen einer haploiden und einer diploiden Phase. Vergleichen wir die Glieder der Reihe Dictyota, Cutleria, Laminaria, Fucus miteinander, so merken wir, daß bei Fucus der Gametophyt verschwunden ist, nur der Sporophyt ist noch da, dieser ist aber Geschlechtspflanze geworden. Wir haben eine diploide, geschlechtliche Generation bekommen, und ich glaube, es wäre am besten, wenn wir dann den Namen Sporophyt vermieden. Dieser Name scheint mir nur in dem Falle verwendbar, daß ein Generationswechsel vorhanden ist, und zwar um die ungeschlechtliche Generation zu bezeichnen, die mit einer geschlechtlichen, einem Gametophyten, wechselt. Bei Fucus gibt es demnach meiner Meinung nach weder einen Sporophyten noch einen Gametophyten; es ist nur eine geschlechtliche Generation vorhanden. Diese ist aber diploid, und dies bedeutet seinerseits, daß sie mit den Sporophyten derjenigen Pflanzen homolog ist, die einen Generationswechsel besitzen. Die Homologie fordert aber nicht, daß wir die Fucus-Pflanze einen Sporophyten nennen. Die Spermatozoide und die Eier der Fucaceen sind ja mit Mikrosporen bzw. Makrosporen homolog, und doch benutzen wir diese Namen nicht, um damit die geschlechtlichen Fortpflanzungskörper der Fucaceen zu bezeichnen.

Die Florideen sind schon oben behandelt worden.

Aus dem oben Angeführten geht demnach hervor, daß die zytologisch begrenzten haploiden und diploiden Generationen nicht vollkommen mit den morphologischen Generationen, dem Gametophyten und dem Sporophyten, zusammenpassen; die Gametophyten und die Sporophyten können also nicht von einseitig zytologischen Gesichtspunkten definiert werden. Wir haben, möchte ich sagen, einerseits zytologische, anderseits morphologische Generationen, die nicht miteinander verwechselt werden dürfen, aber in der Literatur nicht auseinandergehalten worden sind. Wir haben eine zytologische und eine morphologische Generationswechselfrage.

Die Generationen sind von verschiedenen Forschern ver-

schieden begrenzt worden, und es nimmt demnach nicht wunder, daß man darüber gestritten hat, ob z. B. bei Spirogyra oder Fucus ein Generationswechsel vorhanden ist oder nicht. Von zytologischem Gesichtspunkt liegt bei diesen beiden Algen ein Wechsel vor, wenn man aber morphologische und biologische Gesichtspunkte berücksichtigt, muß man behaupten, daß kein solcher stattfindet. Da es aber etwas lästig sein muß, immer besonders hervorzuheben, ob man die Generationen einseitig zytologisch oder mehr morphologisch-biologisch begrenzt, scheint es mir am besten, für die beiden verschiedenen Generationsbegriffe auch zwei verschiedene Namen zu benutzen. Und da die Generationen anfänglich morphologisch-biologisch begrenzt worden sind, sind es die »zytologischen Generationen«, die mit einem neuen Namen zu belegen sind; ich habe deshalb oben den Namen Phasen vorgeschlagen. Ich spreche also von einem zytologischen Phasenwechsel, von haploiden und diploiden Phasen oder von x- und 2x-Phasen.

Mit den zytologischen Vertretern der Generationswechselfrage bin ich demnach nur in bezug auf einige Namen uneinig. Es scheint mir aber, als ob wir die Namen Generation, Gametophyten und Sporophyten den Morphologen und Biologen ruhig überlassen könnten. Wir haben Namen, die aus zytologischer Erde hervorgewachsen sind, nämlich haploid und diploid (bzw. x- und 2x-), und verbinden wir diese Wörter mit dem vollkommen neutralen Wort Phase, so haben wir in terminologischer Hinsicht schon genug.

Die zytologischen Phasen in der Entwicklungsgeschichte einer Pflanze sind, wie schon oben hervorgehoben wurde, leicht zu begrenzen, wenn man nur die zytologischen Kardinalpunkte, die Befruchtung und die Reduktionsteilung, kennt. Was wir als Generationen und als Generationswechsel bezeichnen sollen, ist nicht selten nur mit großen Schwierigkeiten zu unterscheiden, es scheint mir aber, als ob man bei den mehrzelligen Algen mit dieser Frage am besten zurecht kommt, wenn man von folgenden Voraussetzungen ausgeht.

Initien neuer Generationen sind erstens die Zygoten, zweitens die Sporen aller Art, welche zur Vermehrung und Verbreitung der Alge dienen. Entsteht bei der Keimung der Zygote eine

Generation, die sich morphologisch oder zytologisch von derjenigen unterscheidet, welche die geschlechtlichen Fortpflanzungskörper hervorgebracht hat, so sprechen wir von einem Generationswechsel; ist dagegen die neue Generation morphologisch und zytologisch derjenigen gleich, welche die geschlechtlichen Fortpflanzungskörper hervorgebracht hat (z. B. bei Spirogyra und Fucus), so ist kein Generationswechsel vorhanden.

Wenn eine Spore irgendeiner Art eine Generation erzeugt, die derjenigen morphologisch und zytologisch gleich ist, welche die Spore gebildet hat, entsteht kein Generationswechsel in dem Sinne, in welchem wir dieses Wort hier fassen. Ist dagegen die neue Generation dem sporenbildenden morphologisch oder zytologisch ungleich, entsteht ein Generationswechsel. Diejenigen Sporen, bei deren Bildung eine Reduktionsteilung stattgefunden hat, bedingen einen Generationswechsel, die Karposporen der Florideen bedingen ebenfalls einen Generationswechsel, die Monosporen und die ohne Reduktionsteilung gebildeten Tetrasporen (wahrscheinlich die paarig geteilten) dieser Algen dagegen nicht.

Nach den oben gegebenen Voraussetzungen ist also der Gonimoblast der Florideen eine neue Generation, die im Generationswechsel mit dem Gametophyten steht, weil er aus einer Zygote hervorgegangen ist und sich morphologisch (bei den diplobiontischen Florideen auch zytologisch) von dem Gametophyten unterscheidet. Die Zygote dient freilich nicht zur Verbreitung der Algen, dies bedeutet aber nach den oben gegebenen Voraussetzungen nichts. Bei der Keimung der Karpospore entsteht eine neue Generation, die sich von der karposporenbildenden morphologisch unterscheidet; die Karpospore bedingt also einen Generationswechsel. Und weil die Karpospore der haplobiontischen Florideen haploid ist, gibt sie einen Gametophyten, während die diploide Karpospore der diplobiontischen Florideen einen Tetrasporophyten gibt.

Es erübrigt jetzt mit einigen Worten den Generationswechsel der einzelligen Algen zu besprechen. Eine einzellige Alge, Chlamydomonas, ist schon unter den oben erwähnten Beispielen mitgenommen, und zwar deshalb, weil ihr Generationswechsel gut mit dem bei Oedogonium übereinstimmt. Andere ein-

zellige Algen lassen sich nur mit Schwierigkeiten in das oben angeführte Schema des Generationswechsels der mehrzelligen Algen einpassen, bei anderen gibt es keinen Generationswechsel. Es scheint mir aber am besten, nicht zu viel Aufhebens von dem Generationswechsel der einzelligen Algen zu machen. Wenn der Generationswechsel und die verschiedenen Generationen sich ohne weiteres ergeben, dann ist ja alles gut, ich muß aber das Streben als verfehlt bezeichnen, die einzelligen Algen in ein Generationswechselschema, welches für die mehrzelligen Algen passen kann, mit aller Gewalt hineinzupressen.

Hinsichtlich der Entwicklungsgeschichte dieser Algen ist es aber immer von großer Bedeutung, die haploiden und diploiden Phasen voneinander zu unterscheiden, und wir müssen versuchen, festzustellen, wo im Laufe des Entwicklungsvorganges die Befruchtung und die Reduktionsteilung von statten gehen. Es ist von besonderem Interesse, zu wissen, ob die Reduktionsteilung unmittelbar nach der Befruchtung, z. B. bei den planktonischen Diatomeen und den Desmidieen, oder vor der Befruchtung, z. B. bei den Benthosdiatomeen, stattfindet. Das vegetative, assimilierende Stadium der ersten Algen ist demnach haploid, dasjenige der letzteren diploid. Im letzteren Falle ist es mit dem Sporophyten der mehrzelligen Algen homolog; es ist aber ebensowenig notwendig, diese Entwicklungsphase einen Sporophyten zu nennen, als eine Fucus-Pflanze mit diesem Namen zu belegen.

Es könnte auch von Interesse sein, den Generationswechsel innerhalb der Entwicklungsreihe der Pteridophyten, Gymnospermen und Angiospermen mit ein paar Worten zu beleuchten.

Unter den Pteridophyten liegt der Generationswechsel klar zutage. Mit der Zygote beginnt die ungeschlechtliche Generation, und mit der Spore, die ja zur Vermehrung und Verbreitung dieser Pflanzen dient, beginnt die geschlechtliche, der Gametophyt. Bei den Gymnospermen haben die Sporen dagegen ihre Aufgabe, zur Verbreitung zu dienen, verloren, und nach den oben gegebenen Voraussetzungen würde dann bei der Keimung der Spore keine neue Generation beginnen. Der Generationswechsel wäre demnach bei den Gymnospermen verloren ge-

gangen, und zwar deshalb, weil der Gametophyt so stark reduziert worden ist, daß er nur ein Organ des Sporophyten darstellt. Im Zusammenhang mit der Reduktion des Gametophyten steht auch, daß der Sporophyt solche Organe ausbilden muß, die in Beziehung zur Befruchtung stehen. Der Sporophyt ist ganz einfach eine Geschlechtspflanze geworden; wir haben eine diploide, geschlechtliche Generation bekommen. Der Generationswechsel ist bei den Gymnospermen verloren gegangen, und wir haben demnach keine Gametophyten oder Sporophyten. Der zytologische Phasenwechsel (d. h. der »zytologische Generationswechsel«) ist natürlich da, und wir haben in der Entwicklungsgeschichte haploide und diploide Phasen zu unterscheiden.

Bei den Angiospermen ist die haploide Phase noch stärker reduziert worden, und bei Plumbagella (Dahlgren, 1915) gibt es in der Embryosackmutterzelle nach der Reduktionsteilung sogar nur eine haploide Teilungsphase; die Makrospore stellt, ohne sich weiter zu teilen, das Ei dar. Von einem Generationswechsel kann man wohl in diesem Falle auch mit dem besten Willen nicht mehr reden, der zytologische Phasenwechsel ist aber noch da.

Die obenstehende Darstellung über den Generationswechsel möchte ich mit einigen Literaturzitaten abschließen.

Strasburger (1906, S. 7) schreibt: »Ist die eine Generation des echten Generationswechsels im Laufe der Entwicklung so reduziert worden, daß sie nur noch in der Bildung der Geschlechtsprodukte fortbesteht, wie das Fucus schon annähernd zeigt, so besteht der Generationswechsel eben nicht mehr fort, ebensowenig wie man von seinem Vorhandensein schon sprechen kann, wenn der erste Teilungsschritt einer Zygote die diploide Chromosomenzahl wieder auf die haploide zurücksetzt.«

Winkler (1908, S. 412) schreibt; »Nach dieser Anschauung . . . . . muß demnach überall, wo geschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, auch ein Generationswechsel realisiert sein, wobei immer die haploide Generation die geschlechtliche, die diploide die ungeschlechtliche sein muß.« — Und doch kann es meiner Meinung nach vorkommen, daß die diploide Generation geschlechtlich wird (Benthusdiatomeen, Fucaceen, Gymnospermen und Angiospermen).

Nach Chamberlain (1905, S. 143) kann die ungeschlechtliche Generation, der Sporophyt, geschlechtlich sein. Er schreibt: »The sporophyte is male or female as truly as is the gametophyte.« Dies ist richtig, weil Chamberlain vollkommen konsequent mit Gametophyten und Sporophyten das bezeichnet hat, was ich haploide und diploide Phasen genannt habe. Unter diesen ist die haploide Phase primär die geschlechtliche Generation, durch Aufschieben der Reduktionsteilung (bei den Benthosdiatomeen) oder durch eine zu starke Reduktion der haploiden Phase (bei den Fucaceen, den Gymnospermen und den Angiospermen) kann aber die diploide Phase geschlechtliche Generation werden.

In der ersten Auflage (1903, S. 102) des Handbuches der systematischen Botanik von R. v. Wettstein lesen wir: »Der wesentlichste Unterschied zwischen den Anthophyten und den Archegoniaten liegt darin, daß bei den ersteren der Generationswechsel aufgehoben erscheint.« In der zweiten Auflage (1911, S. 356) lesen wir dagegen: »Der wesentlichste Unterschied zwischen den Anthophyten und den Archegoniaten liegt darin, daß bei den ersteren der Generationswechsel insofern verdeckt ist, als die geschlechtliche Generation physiologisch ganz unselbständig ist und morphologisch nur als ein Teil der ungeschlechtlichen Generation erscheint.« Im ersteren Falle ist ausgesprochen, daß wir bei den Anthophyten keinen »morphologisch-biologischen Generationswechsel« haben, im letzteren dagegen, daß wir einen »zytologischen Generationswechsel« (d. h. einen zytologischen Phasenwechsel) finden. Alles ist richtig, nur scheinen mir die Namen geschlechtliche und ungeschlechtliche Generationen in einen »zytologischen Generationswechsel« nicht gut zu passen, weil wir in zytologischer Hinsicht nur sagen können, daß haploide und diploide Phasen miteinander wechseln, aber nicht behaupten können, daß eine diploide Phase ungeschlechtlich sein muß.

Upsala, Botanisches Institut, im Mai 1916.

Literaturverzeichnis.

Bonnet, J., Reproduction sexuée et alternance des générations chez les Algues. — Progressus rei botanicae. **5.** Jena 1914.

Chamberlain, Ch. J., Alternation of generations in animals from a botanical standpoint. — Bot. Gaz. **39.** Chicago 1905.

Cramer, C., Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen. — Neue Denkschr. d. allg. schw. Ges. f. d. ges. Naturw. **20.** Zürich 1864.

Dahlgren, K. V. O., Der Embryosack von Plumbagella, ein neuer Typus unter den Angiospermen. — Arch. f. Bot. **14.** Stockholm 1915.

Davis, B. M., The Fertilization of Batrachospermum. — Ann. of Bot. **10.** London 1896.

—, The sexual organs and sporophyte generation of the Rhodophyceae. Bot. Gaz. **39.** Chicago 1905.

Goebel, K., Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig und Berlin 1908.

Golenkin, M., Algologische Notizen. — Bull. de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou, n. sér. **8.** 1894.

Gran, H. H., Kristianiafjordens algeflora. — Videnskabsselskabets Skrifter. I. M.-n. Kl. Kristiania 1896.

Hartmann, M., Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Jena 1909.

—, Der Generationswechsel der Protisten und sein Zusammenhang mit dem Befruchtungs- und Reduktionsproblem. — Verh. d. deutsch. zool. Ges. **24.** Berlin 1914.

Hofmeister, W., Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen und der Samenbildung der Koniferen. Leipzig 1851.

Janet, Ch., L'alternance sporophyto-gametophytique de générations chez les algues. Limoges 1914.

Kjellman, F. R., Om Florideslägtet Galaxaura dess organografi och systematik. — Kongl. Vet. Akad. Handlingar. **33.** Stockholm 1900.

Kuckuck, P., Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. 12. Platoma Bairdii (Farl.) Kck. — Wissensch. Meeresunters., N. F. **5.**, Abt. Helgoland. Oldenburg i. Gr. 1912.

Kylin, H., Zur Kenntnis einiger schwedischen Chantransia-Arten. — Botaniska Studier tillägnade F. R. Kjellman, Upsala 1906.

—, Studien über die Entwicklungsgeschichte von Rhodomela virgata Kjellm. — Svensk Botanisk Tidskrift. **8.** Stockholm 1914.

—, Über die Blasenzellen einiger Florideen und ihre Beziehung zur Abspaltung von Jod. — Arkiv för Botanik. **14.** Stockholm 1915.

—, Die Entwicklungsgeschichte von Griffithsia corallina (Lightf.) Ag. — Zeitschr. f. Bot. **8.** Jena 1916.

Kylin, H., Über die Befruchtung und die Reduktionsteilung bei Nemalion multifidum. — Ber. d. deutsch. bot. Ges. **34.** Berlin 1916.

Lewis, J. F., Alternation of Generation in certain Florideae. — Bot. Gaz. **53.** Chicago 1912.

Lotsy, J. P., Über die Begriffe »Biaiomorphos«, »Biaiometamorphose«, »x-Generation« und »2x-Generation«. — Rec. des trav. bot. Néerlandais. **1.** Nimègue 1904.

—, Die x-Generation und 2x-Generation. Eine Arbeitshypothese. — Biol. Centralbl. **25.** Leipzig 1905.

—, Vorträge über botanische Stammesgeschichte. I. Algen und Pilze. Jena 1907.

Oltmanns, Fr., Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. — Bot. Ztg. **56.** Leipzig 1898.

—, Morphologie und Biologie der Algen. **1.** Jena 1904. **2.** Jena 1905.

Osterhout, W. J. V., Befruchtung bei Batrachospermum. — Flora. **87.** Marburg 1900.

Phillips, R. W., On the developement of the cystocarp in Rhodymeniales. — Ann. of Bot. **11.** London 1897.

Pirotta, R., L'alternanza di generationi nelle piante superiori. L'alternanza di generationi nelle piante inferiori. Pavia 1914. (Nicht gesehen.)

Reinke, J., Algenflora der westlichen Ostsee deutschen Anteils. — Sechster Ber. d. Komm. z. wiss. Unters. d. deutsch. Meere. Berlin 1889.

—, Atlas deutscher Meeresalgen. Berlin 1889—1892.

Rosenvinge, L. K., The marine algae of Denmark. — Kgl. danske Vedensk. Selsk. Skrifter, 7 Raekke, Naturv. og Mathem., Afd. 7. Kopenhagen 1909.

Sauvageau, C., Sur la sexualité hétérogamique d'une Laminaire (Saccorhiza bulbosa). Sur les débuts du développement d'une Laminaire (Saccorhiza bulbosa). — Compt. rend. de l'Acad. d. Sciences. **161.** Bordeaux 1915.

Schmidle, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertion von Batrachospermum. — Bot. Ztg. **57.** Leipzig 1899.

Schmitz, Fr., Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. — Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1883:1.

Strasburger, E., The periodic reduction of the number of the chromosomes in the life-history of living organisms. — Ann. of Bot. **8.** London 1894.

—, Über periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. — Biol. Centralbl. **14.** Leipzig 1894.

—, Zur Frage eines Generationswechsels bei Phaeophyceen. — Bot. Ztg. **64** (Abt. II). Leipzig 1906.

Svedelius, N., Über den Generationswechsel bei Delesseria sanguinea. — Svensk Bot. Tidskrift. **5.** Stockholm 1911.

—, Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei Nitophyllum punctatum. — Ber. d. deutsch. bot. Ges. **32.** Berlin 1914.

—, Zytologisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über Scinaia furcellata, ein Beitrag zur Frage der Reduktionsteilung der nicht tetrasporenbildenden Florideen. — Nova acta reg. soc. sc. Upsaliensis, Ser. 4. Vol. 4. Upsala 1915.

Wettstein, R. v., Handbuch der systematischen Botanik, Erste Aufl. **2.** Leipzig 1903; Zweite Aufl. Leipzig 1911.

Wille, N., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der physiologischen Gewebesysteme bei einigen Florideen. — Nova acta Acad. Leopold-Carol. **52.** Halle 1887.

Winkler, H., Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. — Progressus rei bot. **2.** Jena 1908.

Yamanouchi, S., The life-history of Polysiphonia violacea. — Bot. Gaz. **42.** Chicago 1906.

Zerlang, E., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Florideen-Gattungen Wrangelia uud Naccaria. — Flora. **72.** Marburg 1889,

Besprechungen.

Kerner-Hansen, Pflanzenleben. III. Band: Die Pflanzenarten als Floren und Genossenschaften (Abstammungslehre und Pflanzengeogr.) m. 63 Abb. im Text, 9 farbigen, 29 doppelseitigen schwarzen Tafeln und 3 farbigen Karten. 1916. Leipzig und Wien. Bibl. Inst. gr. 8⁰. XII + 555 S.

Die neue Bearbeitung von Kerners Pflanzenleben ist mit dem vorliegenden Bande abgeschlossen. Während das Kernersche Werk zwei Teile (1. Band: Gestalt und Leben der Pflanze, 2. Band: Geschichte der Pflanzen[1] umfaßte, hat Hansen die neue Auflage in 3 Bände gegliedert. Der 1. Band der Neuauflage behandelte den Bau und die lebendigen Eigenschaften der Pflanzen, der 2. die Pflanzengestalt und ihre Wandlungen[2], der jetzt erschienene 3. Teil bringt eine »Beschreibung der Pflanzenarten als Floren und Genossenschaften (Abstammungslehre und Pflanzengeographie). In dem I. Abschnitt: »Die Frage nach der Entstehung der Arten«, wird nach einem historischen Überblick über die Abstammungslehre im wesentlichen die de Vriessche Mutationstheorie und die Mendelsche Bastardierungslehre behandelt. Der II. Abschnitt, das Aussterben der Arten, bringt eine ziemlich ausführliche, mit guten Abbildungen versehene Übersicht über die Pflanzenpaläontologie, ein Kapitel, das bei Kerner nur andeutungsweise behandelt war. Die folgenden Teile: III. Die heutigen Floren der Erde, IV. Die Mitwirkung von Boden und Klima bei der Gestaltung der Flora, V. Wanderungswege und Verbreitungsmittel der Pflanzen, VI. Folgen der Pflanzenwanderung und VII. Vereinigung der Floren zu Florenreichen schließen sich im großen und ganzen an die Kernersche Darstellung an. Der Kernpunkt des Bandes und das eigentliche Neue in der Hansenschen Bearbeitung ist der VIII. Abschnitt: Die Pflanzendecke der Erde. Dieser Teil ist, was für den Zweck des Buches durchaus gebilligt werden muß, nach rein geographischen Gesichtspunkten

[1]) Zerfällt in: 1. Entwicklung der Pflanze, 2. Geschichte der Pflanzen.

[2]) Referat siehe Ztscht. f. B. 19.

gegliedert. (Das arktische Gebiet, die fünf Erdteile, das antarktische Gebiet und die Vegetation des Meeres.) Um einen Begriff von der Gliederung innerhalb der Hauptabschnitte zu geben, sei erwähnt, daß das Florengebiet von Europa eingeteilt wird in 1. Das europäische Waldgebiet, 2. Nordeuropa, 3. Mitteleuropa, 4. Mediterangebiet, und daß beispielsweise bei Deutschland unterschieden wird zwischen: Die Küsten der Nord- und Ostsee; die deutschen Wälder, Wiesen, Heiden, Moore; die Pflanzenwelt der Gewässer und die Pflanzenwelt der Alpen. Die Schilderungen geben in großen Zügen anschauliche Bilder der pflanzengeographischen Verhältnisse unter weitgehender Berücksichtigung der Kulturpflanzen. Außer einigen von Kerner übernommenen Holzschnitten und illustrierten Tafeln sind eine Reihe vorzüglicher photographischer Abbildungen und einzelne pflanzengeographische Karten dem Text eingeflochten.

Es war keine leichte Aufgabe, ein Werk, das so sehr das persönliche Gepräge des Verf.s trug, derart neu zu bearbeiten, daß der Charakter und die individuellen Vorzüge gewahrt blieben und dabei doch ein modernes Buch entstand. Hansen hat diese Aufgabe in glücklicher Weise gelöst. Besonders dadurch, daß Kerners »Geschichte der Arten« von den morphologischen Teilen losgelöst und zu einem selbständigen 3. Teil ausgebaut wurde, ist nicht nur die Gliederung des ganzen Werkes natürlicher, sondern auch das Gesamtbild der Darstellung geschlossener geworden. Es ist besonders erfreulich, daß es dem Verf. und dem Verlag gelungen ist, den 3. Band trotz der Kriegszeiten in der gleichen vorzüglichen Durcharbeitung und Ausstattung wie die früheren Bände erscheinen zu lassen. Hannig.

Molisch, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei.
Jena. 1916. G. Fischer. 8⁰. 305 S. 127 Abb.

Das vorliegende Buch knüpft erfreulicher Weise an alte Traditionen der Botanik an, an Zeiten, wo die botanische Wissenschaft in weit engerer Berührung und lebendiger Wechselbeziehung zum gärtnerischen und landwirtschaftlichen Pflanzenbau stand als heute oder wenigstens bis vor wenigen Jahren, da heute die experimentelle Vererbungslehre diese Beziehungen neu belebt hat. Ist doch Knight seinerzeit durch seine gärtnerischen Erfahrungen zu seinen pflanzenphysiologischen Forschungen und Entdeckungen geführt worden. Einen kurzen Überblick über diese Periode der Botanik gibt Treviranus in der Vorrede zu seiner Übersetzung von Lindley's auch heute noch trotz ihres vielfach veralteten Inhalts lesenswerten Theorie der Gartenkunde (Erlangen 1850).

Gewiß war kaum einer so berufen zu einer Erneuerung von Lindley's

eben genanntem Versuch wie Verf., der in einem großen gärtnerischen Betriebe aufgewachsen ist, und dessen Arbeiten sich vielfach auf Gebieten bewegt haben, die botanische Wissenschaft und Gärtnerei gleich nahe berühren. Das ist dem Werke denn auch zugute gekommen.

Seinem Zwecke entsprechend, behandelt Verf. vom Gesamtgebiete der Pflanzenphysiologie nur die Teile ausführlicher, die Beziehungen zur Gärtnerei haben, während andere, an sich durchaus gleich bedeutsame oder sogar bedeutsamere nur kurz erwähnt oder ganz übergangen werden. Der erste Abschnitt handelt über die Ernährung unter den Überschriften: Die Wasserkultur, die unentbehrlichen und die entbehrlichen Aschenbestandteile, der Boden, die Düngung, die Kohlensäureassimilation, das Wasser und seine Bewegung, die Transpiration und der Transpirationsstrom in Beziehung zu gärtnerischen Arbeiten, die Wanderung der Assimilate, die Ernährung der Pilze (Champignonzucht), Ernährungsweise besonderer Art (Mykorrhiza usw.). Der zweite Abschnitt führt die Überschrift Atmung. Im dritten, Wachstum überschrieben, werden besprochen: Allgemeines, Abhängigkeit des Wachstums von Außenbedingungen (Temperatur, Licht), die Wachstumsbewegung, die Organbildung und die Ruheperiode. Der vierte Abschnitt handelt vom Gefrieren und Erfrieren der Pflanze, der fünfte von der ungeschlechtlichen und von der geschlechtlichen Fortpflanzung. Der Keimung der Samen ist der sechste, der Darstellung von Variabilität, Vererbung und Züchtung der siebente Abschnitt gewidmet. Zahlreiche Abbildungen, vielfach Originalfiguren, schmücken das Buch.

Die Darstellung, die Verf., wie natürlich, möglichst allgemeinverständlich zu halten bestrebt war, hätte vielleicht noch etwas allgemeinverständlicher und weniger wissenschaftlich gehalten sein dürfen. Auch der wissenschaftliche Apparat, die Literaturangaben, wäre wohl zugunsten einer zusammenhängenden Darstellung des Themas besser in einem Anhange zu den einzelnen Aufsätzen und Abschnitten gegeben worden, wobei dem Referenten als Muster Sachs' Vorlesungen über Pflanzenphysiologie vorschweben. Auch scheinen dem Berichterstatter die verschiedenen Gegenstände nicht ganz gleichmäßig und mit ausgleichender Gerechtigkeit behandelt worden zu sein.

Etwas hart berührt die Behandlung der Stickstoffassimilation unter der Überschrift: Die unentbehrlichen Aschenbestandteile. Behrens.

Cohen Stuart, C. P., Sur le développement des cellules génératrices de Camellia theifera (Griff.) Dyer.

Ann. jardin Bot. Buitenzorg. 1916. 2. ser., **15**, 1—22.

Es war auffallend, daß gerade so wichtige Kulturpflanzen wie Coffea,

Theobroma und Thea bis noch vor kurzem zytologisch ganz unbekannt waren. Das ist nun durch v. Fabers Untersuchungen für Coffea und Kuypers für Theobroma bereits anders geworden und diesen schließt sich jetzt Verf., ein Schüler von Ch. Bernard, für Thea sinensis (wie Ref. die Pflanzen »in alter Weise« nennen möchte) an.

Es sei gleich vorweggenommen, daß sowohl Pollen- wie Embryosackentwicklung im großen und ganzen dem Normalschema folgen. Von erwähnenswerten Einzelheiten will Ref. anführen, daß die Embryosack-Mutterzelle gleich zum Embryosack wird, die Tetradenteilungen sich also in diesem abspielen. Ferner berichtet Verf. über eine eigenartige »Tendenz«, die Antipodenzahl zu vermehren. - In einem abgebildeten Falle unterschied er anstatt der sonst vorkommenden 3 im ganzen 10—11, und in anderen weniger sicheren Fällen schien die Zahl der Antipodenkerne gar auf 11—12, ja bis zu 17 zu steigen.

Dieser Punkt verdient nach Meinung des Ref. entschieden noch weitere Aufklärung, da im allgemeinen so weitgehende »Ausnahmen« vom Normalfalle sonst nicht bekannt sind.

Recht charakteristisch für Thea ist die schon durch Cavara aufgefundene Tatsache, daß die befruchtete Eizelle 2—8 Monate braucht, bis sie in weitere Teilung eintritt. Cavara hatte geglaubt, das auf das italienische Klima, in dem er Thea studierte, zurückführen zu sollen. Verf. zeigt demgegenüber, daß aber für die Tropen ganz das gleiche gilt. — Der sekundäre Embryosackkern braucht »nur« 3—4 Wochen, bis er sich teilt und die Endospermbildung einleitet.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte Verf. dem »Sterilitätsproblem« bei Thea, das ja naturgemäß auch den Praktiker aus wirtschaftlichen Gründen stark interessiert. Er verglich »sterile« und »fertile« Rassen, kann aber durchgreifende Unterschiede nicht aufdecken. Bei beiden findet er, allerdings in sehr verstärktem Maße bei der sterilen Rasse, eine »Prädisposition der Samenanlagen« zu vorzeitiger Degeneration. Daß dahin solche Fälle gehören, in denen eine ganz unregelmäßige Lagerung der einzelnen Embryosackkerne vorkommt, erscheint auch Ref. nur einleuchtend. Weniger sicher dünkt Ref. die Meinung des Verf., daß überall, wo mehrere Embryosack-Mutterzellen beobachtet wurden, damit schon eine »Degenerationstendenz« ausgesprochen ist. Die Tatsache, daß in den reifen Embryosäcken eine »einfache« Kernzahl existiert und aus derartigen Samenanlagen allein reife Samen hervorgehen, kann auch so erklärt werden, daß die zweite Embryosack-Mutterzelle früh degeneriert und von dem heranwachsenden bevorzugten Embryosack aufgezehrt wird, so daß man nachher nichts mehr von ihr sieht.

Ein wirklicher »morphologisch bedingter« Grund für die Sterilität erscheint also Ref. hier so wenig erbracht wie in vielen anderen Fällen. Vielleicht führen die Gedankenreihen weiter, die Ref. kürzlich (in Progr. rei. bot. V. 253ff.) ausführte; dazu würde aber eine Verbindung der Zytologie mit exakter Erblichkeitsforschung gehören. Denn auch hier könnten die sterilen Rassen gut durch Bastardierung anderer hervorgegangen sein. — Die Befruchtung selbst ist vom Verf. übrigens bisher nicht beobachtet worden. Er gedenkt seine Studien speziell über diesen Vorgang sowie über etwaige Unterschiede zwischen den Folgen von Selbst- und Kreuzbestäubung in künftiger Zeit weiterzuführen.

Als letzter Punkt sei erwähnt, daß die Haploidzahl der Chromosomen bei Thea sinensis 15 ist. G. Tischler.

Häuser, R., Untersuchungen an Makrogametophyten von Piperaceen.

»Beiträge zur Allgem. Botanik.« Gebr. Bornträger, Berlin. 1916. Heft 1, 115—149, 39 Textfig.

Den 12 Peperomiaarten, die bis jetzt in embryologisch-cytologischer Hinsicht untersucht worden sind (s. Ref. pag. 72 dieses Bandes), reiht Verf. durch seine Untersuchungen noch 4 weitere, P. magnoliifolia (Jacq.) A. Dietr., P. blanda Humb., Bonpl. et Knuth, P. marmorata Hook. und P. resediflora André an. Von diesen Arten stand ihm Gewächshausmaterial zur Verfügung, zum Vergleich wurde auch Material von Piper subpeltatum aus Deutsch-Ostafrika herangezogen.

In Ergänzung der bisherigen Literaturangaben gibt Verf. zunächst eine eingehende Darstellung der Vorgänge der Nucellus- und Integumententwicklung von Peperomia. Bei der Untersuchung der Reduktionsteilung wurde im besonderen auf das Auftreten des Synapsisstadiums die Bestimmung der Anzahl der Doppelchromosomen in der heterotypischen sowie der Anzahl einfacher Chromosomen in den nachfolgenden Kernteilungen im Embryosacke Wert gelegt. Seine Zählungen, die auch durch solche an Kernteilungsfiguren in Pollenmutterzellen ihre Bestätigung fanden, ergaben bei P. resediflora und P. magnoliifolia, weniger sicher auch für P. blanda die haploide Zahl 12. Da früher von Brown für P. pellucida 10 oder 12, für P. Sintensii nur 8 Chromosomen bei Diakinesen des Kernes der Embryosackmutterzelle festgestellt worden sind, gehört offenbar Peperomia zu der schon nicht mehr ganz kleinen Anzahl von Gattungen, deren Arten verschiedene Chromosomenzahlen aufweisen.

Den Hauptteil seiner Untersuchungen widmet Verf. der Feststellung der gegenseitigen Lagerung der Teilungsprodukte in der Embryosackmutterzelle und der begleitenden Vorgänge, wie Bildung der Phragmoplasten und der von den früheren Forschern festgestellten ephemeren Zellwände im Cytoplasma, um dadurch Material zur Lösung der »Makrosporenfrage« bei den Angiospermen beizubringen.

In der Deutung dieser Verhältnisse selbst, ebenso in derjenigen der Organisation der 16kernigen Embryosäcke von Peperomia schließt sich Verf. den Ansichten von Johnson und Coulter an. Die eingehende Stellungnahme des Ref. (1908) zu den Ansichten von Coulter hat Verf. übersehen. Ebenso fällt auf, daß in der erst 1916 erschienenen Arbeit mit keinem Wort, auch nicht mit einer Fußnote oder einem Schlußsatz der beiden cytologisch-embryologischen Arbeiten über Peperomiaarten von Fisher und Johnson von 1914 Erwähnung getan wird.

A. Ernst.

Täckholm, G., Beobachtungen über die Samenentwicklung einiger Onagraceen.

Svensk Bot. Tidskr. 1915. **9**, 294—361. 16 Textfig.

Das embryologisch-cytologische Studium der Onagraceen, an dem sich bereits eine größere Anzahl von Forschern beteiligt haben, hat schon eine ganze Anzahl interessanter Erscheinungen festgestellt, von denen die Ausbildung des vierkernigen Embryosackes wohl am wichtigsten ist. Während Abweichungen von diesem Embryosacktypus innerhalb der Familie bis jetzt noch wenig bekannt waren, hat nun Verf. durch Ausdehnung der Untersuchung auf weitere Vertreter der Familie, im besonderen Arten der Gattung Jussieua, Boisduvalia, Clarkia, Epilobium, zahlreiche Godetia- und Fuchsiaarten zeigen können, daß solche Abweichungen doch verhältnismäßig zahlreich sind, daß aber in all diesen Fällen die Vergrößerung der Kernzahl des Embryosackes immer eine sekundäre, d. h. aus dem normalen, vierkernigen Typus der Familie abzuleitende Erscheinung ist. Eine solche sekundäre Kernvermehrung kann nämlich verursacht werden durch Teilung des einzigen Polkernes des Embryosackes oder von Zellen des Eiapparates, ferner durch sekundäre Einverleibung der Kerne von einer oder mehreren Megasporenzellen in den sich entwickelnden Embryosack. Übergangsstadien vom typisch vierkernigen Embryosacke der Onagraceen zum gewöhnlichen achtkernigen Embryosacktypus der Angiospermen sind dem Verf. bei den untersuchten Vertretern der Familie nicht begegnet. Anhaltspunkte, aus welchen hervorgehen würde, wie sich die Reduktion

der normalen Achtzahl der Kerne und die Ausbildung des vierkernigen Embryosackes dieser Familie vollzogen hat, fehlen also noch vollständig.

Außer der Ausbildung des vierkernigen Embryosackes sind auch noch diejenige eines größeren Komplexes sporogener Zellen, die Weiterentwicklung von mehr als nur einer Makrospore derselben Tetrade und der mesotrope Durchgang des Pollenschlauches verbreitete Merkmale in der Entwicklungsgeschichte der Onagraceen. Obschon jedes einzelne dieser Merkmale für sich in gewissen Fällen als primitiv angesehen werden kann, sind sie in ihrer Kombination bei den Onagraceen nach der Ansicht des Verf.s doch mit größter Wahrscheinlichkeit als später erworbene Eigenschaften aufzufassen. A. Ernst.

Tischler, G., Chromosomenzahl, -Form und -Individualität im Pflanzenreiche.

Progr. rei Bot. 1915. **5,** 164—284.

Seitdem im Jahre 1906 Strasburger seinen bekannten Aufsatz über: Die Ontogenie der Zelle im 1. Band des Progressus geschrieben hat, ist eine schier unübersehbare Menge neuer Arbeiten über die »Chromosomen« erschienen. Aus der Fülle der Gesichtspunkte, unter denen die Chromosomen von den verschiedensten Forschern behandelt wurden, tritt in neuerer Zeit immer mehr das Interesse hervor, welches die Vererbungslehre mit den Chromosomen verbindet. Vor allem dieses Interesse hat den Verf. bei der vorliegenden Zusammenstellung und Sichtung des so sehr angeschwollenen Materials geleitet.

Der erste und größte Teil der Arbeit ist einer Zusammenstellung der bei den einzelnen Pflanzenspezies gefundenen Chromosomenzahlen gewidmet. Diese zweifellos überaus mühsame Zusammenstellung ist außerordentlich dankenswert. Wir erhalten durch sie eine Anschauung von den Chromosomenzahlen, welche im Pflanzenreich auftreten, ihrer Verteilung auf die einzelnen Familien, Gattungen, Arten und Rassen. Die Angaben sind nach dem Englerschen System übersichtlich zusammengestellt und lassen erkennen, wie zahlreich schon die Untersuchungen sind, die uns Aufschluß über die Chromosomenzahlen geben.

Die Ergebnisse, die Verf. aus dieser Zusammenstellung ableitet, sind in der Hauptsache die folgenden:

Allgemeine Gesetzmäßigkeiten lassen sich bisher noch nicht auffinden. »Mit dem Anschneiden der großen phylogenetischen Probleme auf der Basis der Chromosomenuntersuchungen ist es wohl noch zu früh«. Dagegen verfolgt Verf. die etwaigen Schlüsse, die aus Differenzen in der Chromosomenzahl bei mehreren derselben Gattung

angehörigen Arten zu ziehen seien. Alle Funde, die bisher in dieser Richtung gemacht wurden, werden gesondert zusammengestellt. Sodann wird erörtert, welche Rolle die verschiedene Anzahl von Chromosomen bei der Bastardierung nahverwandter Arten spielt. Bei einer größeren Anzahl solcher Arten ist die Bastardierung dadurch ausgeschlossen, daß die Arten mit höherer Chromosomenzahl ihre Sexualität verloren haben. Es wird dabei an die bekannten Untersuchungen Marchals erinnert, nach denen eine künstlich erhöhte Chromosomenzahl allein schon genügen kann, die Sexualität zu vernichten.

Von besonderem Interesse ist sodann die Zusammenstellung der Arten mit verschiedenen Chromosomenzahlen, zwischen welchen eine Bastardierung geglückt ist, wobei dieselbe allerdings stets nur bis zur F_1 führte. Die Anzahl solcher geglückter Bastardierungen ist noch sehr gering. Es handelt sich in der Hauptsache um die folgenden Fälle: Polypodium aureum und vulgare (Farmer und Digby), Drosera (Rosenberg), Oenothera (Geerts, Gates, Lutz usw.), Bryonia (Tischler). Eine Reihe weiterer Untersuchungen in dieser Richtung steht zu erwarten. Jedenfalls öffnet sich hier noch ein Feld zu mancher prinzipiell wichtigen Arbeit.

Hierauf werden die interessanten Arbeiten zusammengestellt, aus denen eine Beziehung zwischen charakteristischer Chromosomenzahl und Formeigentümlichkeit der Pflanze hervorgeht (Oenothera gigas, Primula sinensis Riesenform usw.). Nach kürzerer Erörterung der Verknüpfung von Chromosomenforschung mit vergleichender äußerer Morphologie ist der nächste Abschnitt der Widerlegung von della Valles Einwendungen gegen die spekulative Cytologie, Konstanz der Chromosomenzahl usw. gewidmet. Tischler kommt nach Besprechung der einzelnen Punkte mit Němec zu dem Ergebnis, daß die Chromosomenzahl tatsächlich so konstant innerhalb eines Organismus ist, daß es in der ganzen Biologie nichts Analoges gibt.

Das 2. Kapitel ist der Chromosomenform gewidmet. Es wird zuerst der Angaben über verschieden große Chromosomen kurz gedacht; dann werden diejenigen über stark abweichende Chromosomenformen besprochen und hierauf wieder vor allem die Arbeiten behandelt, die sich mit genauen Messungen der Chromosomen beschäftigen. Dabei werden die verschiedenen Einflüsse auf die Chromosomengestaltung (trophische usw.) berücksichtigt und della Valles Kristalltheorie erörtert.

Das dritte Kapitel endlich führt den Titel: Chromosomenindividualität. Es bringt eine kurze Übersicht über die Struktur des ruhenden Kernes, geht aber bei der großen Anzahl zusammenfassender Darstellungen über

dieses Gebiet nicht ins Einzelne ein. Es wird weiter die Anordnung der Chromosomen zu Paaren besprochen, und von hier aus geht Verf. über zur Erörterung der Verknüpfung von Chromosomenstudien mit der Genenlehre. Es wird kurz beleuchtet, wie beide Arbeitsrichtungen Hand in Hand gehen, wie weit einzelne Chromosomen qualitativ genotypisch verschieden sind. Es folgt dann eine kurze Betrachtung über Sterilität und Chromosomen. Allgemeine Erörterungen über die Natur der Chromosomen auf Grund der vorliegenden Arbeiten schließen die Abhandlung ab.

Das große Verdienst dieser kritisch zusammenfassenden Arbeit besteht neben der Sichtung der verstreuten umfangreichen Literatur vor allem darin, daß sie zeigt, wie an zahlreichen Stellen neue Untersuchungen anzusetzen haben; es ist nicht zu bezweifeln, daß reichlich Anregungen von ihr ausgehen werden. Die Schlüsse werden überall mit großer Vorsicht und Zurückhaltung gezogen, und doch gelingt es Verf. zu überzeugen, daß und wie die ferneren Untersuchungen auf den von seinem großen Meister Strasburger gewiesenen Bahnen fortzuführen sind.

E. Lehmann.

Ursprung, A. u. Blum, G., Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze.

Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. **34**, 88—104.

—, Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes.

Ebenda 105—123.

—, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert.

Ebenda 123—142.

Über die Unterschiede der osmotischen Drucke in den verschiedenen Geweben der Pflanze sind wir noch recht schlecht unterrichtet. So ist es erfreulich, daß sich Verf. mit einigen Mitarbeitern zusammengetan hat, diese und andere Lücken in unseren Kenntnissen vom osmotischen Wert und seinen Schwankungen auszufüllen, was nicht ohne mühsame und eintönige Untersuchungen möglich ist.

Die erste Abhandlung berichtet über die osmotischen Werte in den Organen und Geweben verschiedener Gewächse, wie sie durch die plasmolytische Methode, zuerst mit Kalisalpeter, später mit Rohrzucker, erhalten wurden. Die Versuchsobjekte — Helleborus foetidus, Urtica dioica, Fagus silvatica, Sedum acre und Funaria hygrometrica —

wurden von ihren natürlichen Standorten entnommen und möglichst umgehend der Untersuchung unterworfen. Dabei zeigte sich, daß die verschiedenen Schichten eines und desselben Gewebes verschiedene osmotische Werte zeigen können, und zwar sind in der Regel die peripheren Schichten, so auch die Epidermiszellen, den übrigen meist etwas unterlegen. Unterschiede machten sich auch in ein und demselben Gewebe geltend, je nachdem welcher Stelle der Pflanze die Zellen entnommen wurden: Im allgemeinen nämlich ist der osmotische Wert in allen Organen an der Basis größer als an den Organspitzen; das gilt für die Wurzeln so gut wie für die Stengel, Blattstiele und Blätter. Der osmotische Wert steigt also von außen nach innen und von oben nach unten, in der Wurzel von der Spitze nach der Basis. Entsprechend nimmt der osmotische Druck bei Urtica gegen die Stengelspitze hin so ab, daß die obersten und jüngsten Blätter den kleinsten Wert besitzen. Bei Fagus dagegen wurde kein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen den osmotischen Werten und den Insertionshöhen der Blätter gefunden; vielfach zeigten hier die obersten Blätter ein wenig höhere Werte als die unteren. Beachtenswert ist auch die Tatsache, daß der osmotische Wert in den Wurzeln und zwar in allen ihren Geweben nur wenig kleiner oder etwa ebenso hoch gefunden wurde wie in den entsprechenden Geweben der unteren Stengelteile und meist etwas höher als in den oberen Stengelteilen und in den Blättern, woraus ersichtlich ist, daß der osmotische Druck in den Wurzeln nicht geringer zu sein braucht als in den oberirdischen Teilen entgegen einer Vorstellung, die Hannig zu begründen versucht hatte. In diesem Zusammenhange möchte ich darauf hinweisen, daß in meinem Laboratorium bei einer Untersuchung aus dem Jahre 1913, die leider unvollendet liegen bleiben mußte, an den Wurzeln einiger aus Samen gezogener Wüstenpflanzen ebenfalls ungefähr ebenso hohe osmotische Werte festgestellt wurden wie in den Stengelteilen.

Die höchsten osmotischen Werte fanden die Verf. bei Helleborus und Urtica in den Palisadenzellen (0,9—1 GM KNO_3, in der oberseitigen Blattepidermis dagegen nur 0,5 GM), bei Fagus in den Palisaden, dem Holzparenchym und in den Holzmarkstrahlen (0,9—1 GM gegen 0,4 GM in der Blattepidermis). Bei Sedum waren die osmotischen Werte durchgängig entsprechend vielen anderen sukkulenten Pflanzen relativ klein. —

Bei diesen Untersuchungen fielen nun auch periodische Schwankungen in den osmotischen Werten auf. Und zwar macht der osmotische Druck in allen Geweben bei sämtlichen untersuchten Pflanzen zunächst im Verlaufe des Tages gesetzmäßige Änderungen durch, in

dem Sinne, daß er vom frühen Morgen bis zum Nachmittage steigt, um dann bis zum anderen Morgen wieder zu fallen. Die Kurve verändert sich ungefähr entsprechend der Temperaturkurve, aber entgegengegengesetzt wie die Feuchtigkeitskurve. Um ein Urteil über die Größe der Änderungen zu ermöglichen, sei erwähnt, daß sie bei Spreiten von Helleborus etwa 0,07 GM, bei den Spreiten von Urtica etwa 0,045 GM, von Fagus 0,05 GM, von Sedum etwa 0,045 GM, bei Funaria etwa 0,07 GM betrugen. Auch jährliche Schwankungen dürften nach den Zahlen, die die Verff., freilich nur zur vorläufigen Orientierung, mitteilen, vorkommen, und zwar scheint der osmotische Wert etwa vom August bis Februar bei allen Versuchspflanzen höher zu sein als in den übrigen Monaten. Alle diese Schwankungen hängen wohl damit zusammen, daß die osmotischen Werte von zahlreichen Außenfaktoren stark beeinflußt werden. —

Mitteilungen über solche Einflüsse bringt die dritte Abhandlung. Die dem Lichte ausgesetzten Seiten der Blätter und Stengel, desgl. die Sonnenblätter haben in ihren Zellen im allgemeinen einen höheren osmotischen Druck als die beschatteten; so ist auch der osmotische Wert der Epidermis auf den Blattoberseiten größer als unten. Natürlich läßt sich aus diesen Beobachtungen nicht ohne weiteres schließen, daß allein das Licht für diese Unterschiede in Betracht kommt. Änderungen werden schon durch die Temperaturen bedingt: Erhöhung derselben über den Nullpunkt hat eine Herabsetzung des Druckes zur Folge; doch scheint mit einer weiteren Steigerung von etwa 10° an aufwärts wieder eine Zunahme des Druckes verbunden zu sein. Eine solche kam weiter zur Beobachtung infolge von starkem Wind und zwar schon nach 2—3 Stunden, oder durch Herabsetzung der Bodenfeuchtigkeit. Ja bei Funaria stellten die Verff. schon dann eine Zunahme des osmotischen Druckes in den Blattzellen fest, wenn sie die Pflänzchen auf dem Arbeitstisch liegen ließen und zwar bereits nach 15 bis 30 Minuten; diese Zunahme schritt nach ihren Zahlen mehrere Stunden fort. Beachtenswert ist der Hinweis darauf, daß mit allen solchen Änderungen des osmotischen Druckes Wachstumsänderungen in den Organen nicht verbunden zu sein brauchen: Sie traten auch in solchen Zellen ein, die ihr Wachstum schon ganz abgeschlossen hatten. Bei der Einwirkung fast aller geprüfter Außenbedingungen geht aber dem Steigen des osmotischen Druckes eine Erschwerung, dem Sinken dagegen eine Erleichterung der Wasserversorgung voraus, so daß die Vermutung nahe liegt, die Schwankungen würden durch solche Einflüsse ausgelöst. In der Tat konnte ja auch schon früher von verschiedenen Autoren gezeigt werden, daß der osmotische Druck bei Wassermangel

zunimmt[1]. Allein auf einer durch Wasserabgabe bedingten Volumabnahme der Zelle und der damit verbundenen Zunahme der Zellsaftkonzentration können aber die Schwankungen nicht beruhen; vielmehr weist alles darauf hin, daß die osmotisch wirksamen Substanzen in den Zellen irgendwie an Menge zu- und abnehmen. —

Alle drei Abhandlungen haben den Charakter vorläufiger Mitteilungen. Die Verff. stellen umfangreichere Mitteilungen in Aussicht, in denen die Befunde wohl noch eingehender begründet werden dürften.

H. Fitting.

Neue Literatur

Allgemeines.

Loew, O., Zur Analogie zwischen lebender Materie und Proteosomen. (Flora. *1916.* **9**, 61—66.)

Porsch, O., Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der botanischen Studienreise nach Java. (Anz. k. Akad. Wiss. Wien. *1915.* **52**, 301—308.)

Prantl-Pax, Lehrbuch der Botanik. 14. Aufl. Engelmann, Leipzig. *1916.* 507 S.

Zelle.

Guillermond, A., Recherches sur le chondriome chez les champignons et les algues. III. Contribution à l'étude des mitochondries. (Rev. génér. bot. *1915.* **29**, 271—288, 297—315.)

Heatley, M., s. unter Angiospermen.

Karl, J., s. unter Algen.

Kylin, H., Die Chromatophorenfarbstoffe der Pflanzen. (Natw. Wochenschr. *1916.* N. F. **15**, 97—103.)

Loew, O., Notiz über eine überraschende Kristallbildung in toten Zellen. (Flora. *1916.* **9**, 67—68.)

—, s. unter Allgemeines.

Meves, F., Die Chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen und die Allinate von A. Meyer. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**, 333—346.)

—, Historisch-kritische Untersuchungen über die Plastosomen der Pflanzenzellen. (Arch. f. mikr. Anat. *1616.* **83**, H. 3.)

Meyer, A., Der Bau der Protoplasten der Zelle und das Wesen der Chondriosomen und Allinate. (Sitzgsber. Ges. z. Beförderung d. ges. Natw. Marburg. *1916.* 45—51.)

Minchin, E. A., The evolution of the cell II. (Amer. Nat. *1916.* **50**, 106—118.)

Moreau, F., Sur la formation de cristalloides de mucorine au sein de mitochondries. (Compt. rend. soc. biol. *1915.* **78**, 171—172.)

Naumann, E., s. unter Technik.

[1]) Darauf hingewiesen sei hier, daß einige aus Samen gezogene Wüstenpflanzen im Sommer 1913 in Bonn bei Kultur in trockenem Lehmboden eine Erhöhung der osmotischen Werte von ganz ähnlicher Größenordnung gegenüber feuchtem Lehmboden zeigten, wie sie der Ref. in der Wüste beobachtet hatte, obwohl der Lehmboden nicht wie viele Wüstenböden salzreich war.

Gewebe.

Linsbauer, K., Die physiologischen Arten der Meristeme. (Biol. Centralbl. *1916.* **34**, 117—128.)

McCornick, F. A., Notes on the anatomy of the young tuber of Ipomoea batatas Lam. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 388—399.)

Mulson, F. W., Differentiation of the oaks by histological methods. (Kansas Univ. Sc. Bull. *1915.* **9**, 271—277.)

Shimek, E., The ecological histology of prairie plants. (Proc. Jowa Ac. Sc. *1915.* **22**, 121—126.)

Voss, Über Unterschiede im anatomischen Bau der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite der Laubblätter einiger Dikotylen. (Beih. bot. Centralbl. I. *1916.* **33**, 71—128.)

Wille, F., Anatomisch-physiologische Untersuchungen am Gramineenrhizom. (Ebenda. 1—70.)

Morphologie.

Chifflot, J., Sur les variations sexuelles des inflorescences et des fleurs chez les Codiaeums cultivées. (Compt. rend. Paris. *1916.* **162**, 508—511.)

Chodat, R., A propos des ovaires infères. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915.* **7**, 8—11.)

Losch, H., s. unter Ökologie.

Physiologie.

André, G., Sur les relations qui existent entre la présence du magnésium dans les feuilles et la fonction d'assimilation. (Compt. rend. Paris. *1916.* **162**, 563 bis 566.)

Bau, A., Über die Haltbarkeit einiger Hefeenzyme. (Wochenschr. f. Brauerei. *1915.* **32**, 159—162.)

Biedermann, W., Fermentstudien. II. Mitteilung. Die Autolyse der Stärke. (Fermentforschung. *1916.* **1**, 474—504.)

Bodnar, J., Über die Zymase und die Carboxylase der Kartoffel und Zuckerrübe. (Biochem. Zeitschr. *1916.* **73**, 193—210.)

Boekhout, F. W. J., en **Vries, J. J. O. de**, Über die Selbsterhitzung des Heues. (Versl. landb. Onderz. Rijkslandb. Proefst. *1916.* **19**, 61—80.)

Bokorny, Th., Beobachtungen über Hefe. (Arch. f. d. ges. Physiol. (Pflüger). *1916.* **164**, 203—274.)

Bolam, G., Suspension of germination in seeds of Hyoscyamus niger. (Lancashire and Cheshire Nat. *1915.* **8**, 305.)

Bosinelli, G., s. unter Angewandte Botanik.

Cook, O. F., and **Doyle, C. B.**, Germinating coconuts. (Journ. of Heredity. *1916.* **7**, 148—157.)

Curtius, Th., und **Franzen, H.**, Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen. 9. Mitteilung: Über einige nichtflüchtige, in Wasser lösliche Bestandteile der Edelkastanie. (Sitzgsber. Heidelberg. Akad. d. Wiss. M.-n. Kl. A. math.-phys. Wiss. *1916.* 7 Abh. 18 S.)

Davis, A. R., s. unter Algen.

—, **W. A.**, Studies of the formation and translocation of carbohydrates in plants. 1—3. (Journ. agr. Sc. *1916.* **7**, 255—384.)

Deutsch, H. B., s. unter Farnpflanzen.

Devaux, H., Action rapide des solutions salines sur les plantes vivantes: déplacement réversible d'une partie des substances basiques contenues dans la plante. (Compt. rend. Paris. *1916.* **162**, 561—563.)

Ehrenberg, P., s. unter Angewandte Botanik.

Erikson, J., s. unter Pilze.

Euler, H., und **Euler, B.**, Giftwirkung auf Enzyme in der lebenden Zelle. (Fermentforschung. *1916.* **1**, 465—470.)

Gates, F. C., Xerofotic movements in leaves. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 399—408.)

Guyot, H., s. unter Pilze.

Haberlandt, G., Blattepidermis und Lichtperzeption. (Sitzgsber. Akad. d. Wiss. phys.-m. Kl. *1916.* **32**, 672—687.)

Hamorak, N., Beiträge zur Mikrochemie des Spaltöffnungsapparates. (Anz. k. Akad. Wiss. Wien. *1915.* **52**, 245—246.)

Heinricher, E., Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (Viscum album L.). (Sitzgsber. k. Akad. d. Wiss. Wien. M.-n. Kl. I. *1916.* **125**, 26 S.)

Křiženecký, J., Einige Experimente über die verschiedene Giftigkeit von Hydroxyl- und Wasserstoffionen. (Arch. f. d. ges. Physiol. (Pflüger). *1916.* **164**, 137—166.)

Kulm, E., Dunkelkeimer und Substrat. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**, 369 bis 386.)

Lakon, G., Über Fälle von Kauliflorie an Apfelbäumen und ihre Bedeutung für das kausale Verständnis der Kauliflorie überhaupt. (Natw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1916.* **14**, 241—251.)

Lee, W. A., Suspension of germination in Hyosyamus niger. (Lancashire and Cheshire Nat. *1916.* **8**, 379.)

Linsbauer, K., s. unter Gewebe.

Maschhaupt, J. G., Über antagonistische Salzwirkungen bei Pflanzen. (Versl. Landb. Onderz. Rijkslandb.-Proefst. *1916.* **19**, 1—60.)

Mazé, P., Recherches sur le mécanisme des échanges entre les racines et le sol. Echanges entre les divers tissus de la plante. II. (Ann. Inst. Pasteur. *1916.* **30**, 117—140.)

Molisch, H., Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**, 288—295.)

—, Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. (Ebenda. 357—364.)

Nagai, J., s. unter Farnpflanzen.

Neger, F. W., Zur Methodik der (pflanzen-) physiologischen Versuchsanstellung. (Naturwissenschaften. *1916.* **4**, 325—329.)

—, s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Osterhout, W. J. V., The nature of mechanical stimulation. (Proc. Nat. Acad. of Sc. Washington. *1916.* **2**, 237—239.)

Pfeffer, W., Über die Verbreitung der haptotropischen Reaktionsfähigkeit und das Wesen der Tastreizbarkeit. (Ber. d. math.-phys. Kl. d. k. Sächs. Ges. d. Wiss. Leipzig. *1916.* **68**, 93—120.)

Pringsheim, H., und **Ernst, G.**, Die Chemotaxis von Bakterien gegen optisch-aktive Aminosäuren. (Zeitschr. f. physiol. Chemie (Hoppe-Seyler). *1916.* **97**, 176—191.)

Rigg, G. B., **Trumbull, H. L.**, and **Lincoln, M.**, Physical properties of some toxic solutions. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 408—417.)

Schweizer, K., Tyrosinase et désamination. Diss. Genf. *1916.* 117 S.

Stange, H., s. unter Pilze.

Stark, P., Die Berührungsempfindlichkeit der Pflanzen. (Die Naturwissenschaften. *1916.* **4**, 443 ff.)

Stoklasa, J., Über die Abhängigkeit der Resorption des Kaliumions von der Gegenwart des Natriumions im Organismus der Zuckerrübe. (Biochem. Zeitschr. *1916.* **73**, 260—312.)

Ursprung, A., Auftrieb und Stofftransport. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**, 412—420.)

Winkler, H., Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen. (Zeitschr. f. Bot. *1916.* **8**, 417—532.)

Wolff, J., Sur une substance coagulant l'inuline et l'accompagnant dans les tissus végétaux. (Compt. rend. Paris. *1916.* **162**, 514—516.)

Zeller, S. M., and **Neikirk, A.**, s. unter Algen.

Fortpflanzung und Vererbung.

Bateson, W., Note on experiments with flax at the John Innes horticultural institution. (Journ. of Genetics. *1916.* **5,** 199—201.)

Caron-Eldingen, v., Die Vererbung innerer und äußerer Eigenschaften. (Beitr. z. Pflanzenzucht. *1916.* 16 S.)

Clausen, R. E., and **Goodspeed, T. H.,** Hereditary reaction — system relations — an extension of mendelian concepts. (Proc. Nat. Acad. of Sc. Washington. *1916.* **2,** 240—244.)

Eyre, J. V., and **Smith, G.,** Some notes on the Linaceae. The cross pollination of flax. (Journ. of Genetics. *1916.* **5,** 189—197.)

Hoshino, Y., On the inheritance of the flowering time in peas and rice. (Journ. Coll. Agr. Tohoku Univ. Sapporo. *1915.* **6,** 229—288.)

Jeffrey, E. C., s. unter Angiospermen.

Jones, W. N., and **Rayner, M. C.,** Mendelian inheritance in varietal crosses of Bryonia dioica. (Journ. of Genetics. *1916.* **5,** 203—222.)

Longo, B., Note di partenocarpia. (Ann. di Bot. *1916.* **14,** 29—32.)

Malte, M. O., and **Macoun, J. M.,** Hybridization in the genus Viola. (Ottawa Nat. *1915.* **28,** 145—150.)

Morgan, T. H., Sturtevant, A. H., Müller, H. C., and **Bridges, C. B.,** The mechanism of mendelian heredity. *1915.* London, Constable & Co.

Pellew, C., and **Durham, F. M.,** The genetic behaviour of the hybrid Primula kewensis and its allies. (Journ. of Genetics. *1916.* **5,** 159—182.)

Saunders, E. R., On the relation of half-hoariness in Matthiola to glabrousness and full hoariness. (Ebenda. 145—158.)

Trouard-Riolle, s. unter Angiospermen.

Waterfall, C., s. unter Angiospermen.

White, O. E., Studies of teratological phenomena in their relation to evolution and the problems of heredity. (Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre. *1916.* **16,** 49—185.)

Winkler, H., s. unter Physiologie.

Ökologie.

Brown, W., s. unter Pilze.

Chodat, R., Notes biologiques sur les Broméliacées. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915.* **7,** 12—13.)

—, Le jardin alpin et le laboratoire de biologie alpine de la »Linnaea« à Bourg-St-Pierre. (Ebenda. 188—211.)

Heikertinger, F., Die Nahrungspflanzen der Käfergattung Aphthona Chevr. und die natürlichen Pflanzenschutzmittel gegen Tierfraß. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. *1916.* **12,** 64—66, 105—109.)

Losch, H., Über die Variation der Sepalen und der Hüllblätter bei Anemone nemorosa L. und über den Verlauf der Variation während einer Blütenperiode nebst einigen teratologischen Beobachtungen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 396—412.)

Shimek, E., s. unter Morphologie.

Theune, E., Beiträge zur Biologie einiger geokarper Pflanzen. (Beitr. z. Biol. d. Pfl. *1916.* **13,** 285—346.)

Myxomyceten.

Pinoy, E., Nutrition et coloration des myxomycètes. (Compt. rend. soc. biol. *1915.* **78,** 172—174.)

Algen.

Chodat, R., Sur l'isogamie, l'hétérogamie, la conjugation et la superfétation chez une algue verte. (Arch. Sc. phys. et natur. Pér. 4. *1916.* **41,** 155—157.)

Cleve-Euler, A., New contributions of the diatomaceous flora of Finnland. (Arkiv f. Bot. *1915*. **14**, 84 S.)

Davis, A. R., Enzyme action in the marine algae. (Diss. Washington. *1915*.)

Elmore, C. J., The diatoms (Bacillarioideae) of Nebraska. (Diss. Nebraska. *1915*.)

Guillermond, A., s. unter Zelle.

Hoagland, D. R., and **Lieb, L. L.**, The complex carbohydrates and forms of sulphur in marine algae of the pacific coast. (Journ. biol. chem. *1915*. **23**, 287—297.)

Karl, J., Über die Kernteilung der Euglenen vom Typus viridis. (Bot. Közlemén. *1915*. **14**, [99]-[108]).

Kylin, H., Über Spermothamnion roseolum (Ag.) Pringsh. und Trailliella intricata Batters. (Bot. Not. *1916*. 83—92.)

—, Über Callithamnion furcellaria J. G. Ag. und C. hiemale Kjellm. (Ebenda. 65—67.)

Okamura, K., Undaria and its species. (Bot. Mag. Tokyo. *1915*. **29**, 266—278.)

Petersen, J. B., Studier over danske aërofile alger. (Mém. akad. roy. sc. et lettr. Danemark, Copenhague. Sér. 7. Sec. d. Sc. *1915*. **12**, 272—380.)

Rehfous, L., Note sur trois Mallomonas nouveaux. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915*. **7**, 14—16.)

Sauvageau, C., Sur le débuts du développement d'une laminaire (Saccorhiza bulbosa). (Compt. rend. *1915*. **161**, 740—742.)

—, Sur la sexualité héterogamique d'une laminaire (Saccorhiza bulbosa). (Ebenda. 796—797.)

Schußnig, B., Algologische Abhandlungen. Über einige neue und seltene Chlorophyceen der Adria. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl., Abt. I. *1915*. **124**, 21 S.)

Senn, G., Die Chromatophoren-Verlagerung in den Palisadenzellen mariner Rotalgen. (Verh. Schweiz. naturf. Ges. II. Sect. Bot. *1915*. 203.)

Setchell, W. A., The marine flora of the pacific coast. (Nature and Science of the pacific coast. S. Francisco. *1915*. 177—184.)

Zeller, S. M., and **Neikirk, A.**, Gas exchange in the pneumatocyst of Nereocystis Luetkeana (Mertens) P. et R. (Pujet Sound Marine Stat. Publ. *1915*. **1**, 25—30.)

Cyanophyceen.

Klein, G., Zur Chemie der Zellhaut der Cyanophyceen. (Anz. k. Akad. Wiss. Wien. *1915*. **52**, 246)

Roddy, H. C., Concretions in streams formed by the agency of blue green algae and related plants. (Proc. Am. phil. Soc. *1915*. **54**, 246—258.)

Bakterien.

Chodat, R., et **Coulon, de**, La luminescence de deux bactéries. (Arch. sc. phys. et natur. Pér. 4. *1916*. **41**, 237—239.)

Coupin, H., Sur le pouvoir fermentaire des bactéries marines. (Compt. rend. *1915*. **161**, 597—600.)

Hofer, Versuche über die Vermehrung der stickstoffansammelnden Bakterien im Wasser. (Mitt. d. D. landw. Ges. *1915*. 179—181.)

Lehmann, E., Zur Biologie des Paratyphus A. (Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. *1916*. **81**, 275—295.)

—, Zur Kenntnis des Paratyphus A. (Centralbl. f. Bakt. I. O. *1916*. **78**, 49 bis 72.)

Letellier, A., Etude sur le Bacterium pseudaceti (Mig.) et son involution. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915*. **7**, 27—36.)

Pringsheim, H., und **Ernst, G.**, s. unter Physiologie.

Rahn, O., Statistische Studien über die Systeme der Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 4—28.)

Walcott, C. D., Discovery of Algonkian Bacteria. (Proc. Nat. Acad. Sci. Washington. *1915.* **1,** 256—257.)

Zikes, H., Über abnorme Kolonienbildungen bei Hefen und Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 1—4.)

Pilze.

Bokorny, Th., s. unter Physiologie.

Brierly, W. B., The »endoconidia« of Thielaria basicola Zopf. (Ann. of Bot. *1915.* **29,** 483—493.)

Brown, W., Studies in the physiology of parasitism. I. The action of Botrytis cinerea. (Ann. of Bot. *1915.* **29,** 313—348.)

Bubák, F., Systematische Untersuchungen einiger Farne bewohnenden Pilze. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 295—333.)

—, Einige neue oder kritische Pilze aus Kanada. (Hedwigia. *1916.* **58,** 15—34.)

Cavers, F., The inter-relationships of protista and primitive fungi. (New Phytologist. *1915.* **14,** 275—280.)

Coons, G. H., Factors involved in the growth and the pycnidium formation of Plenodomus fuscomaculans. (Journ. agr. research Washington. *1916.* **5,** 713 bis 769.)

Crabill, C. H., Dimorphism in Coniothyrium pirinum Sheldon. (Am. journ. of bot. *1915.* **2,** 449—467.)

Diedicke, H., Beschreibung einiger neuer Fungi imperfecti der Philippinen. (Ann. Mycol. *1916.* **14,** 62—64.)

Dittrich, G., Bemerkungen zu neuen Funden schlesischer Pilze. (Hedwigia. *1916.* **58,** 1—8.)

Erikson, J., Fortgesetzte Studien über Rhizoctonia violacea DC. (Arkiv f. Bot. *1915.* **14,** 1—31.)

—, Wie entsteht die Krautfäule, Phytophthora infestans (Mont.) de By., auf der neuen Kartoffelvegetation? (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 364—369.)

Guillermond, A., s. unter Zelle.

Guyot, H., Un champignon à acide cyanhydrique et à aldéhyde benzoique. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915.* **7,** 22—24.)

Hanzawa, J., Studien über einige Rhizopus-Arten. (Mycol. Centralbl. *1915.* **5,** 230 ff.)

Ito, S., On Typhulochaeta, a new genus of Erysiphaceae. (Bot. Mag. Tokyo. *1915.* **29,** 15—22.)

Kaufmann, F., Die in Westpreußen gefundenen Pilze der Gattung Lepiota, Amanita, Amanitopsis, Armillaria, Clitocybe und Russuliopsis. (Ber. westpr. bot. zool. Ver. *1915.* **37,** 15—65.)

Kawamura, S., Studies on the luminous fungus, Pleurotus japonicus sp. nov. (Journ. Coll. Sc. Univ. Tokyo. *1915.* **35,** 1—29.

Keith, G. W., s. unter Technik.

Klebahn, H., Kulturversuche mit Rostpilzen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 257—277.)

Liesche's naturwissenschaftliche Taschenatlanten. 1. 2. Atlas der eßbaren und giftigen Pilze in natürlicher Größe und Farbe mit Beschreibung, unter Gegenüberstellung der leicht zu verwechselnden Pilze. 2. Tle. Je 12 bunte doppelseit. Taf. in Leporelloform m. je 47 Abb. u. je 16 S. Text. 2 Aufl. o. J. *1916.* Grasers Verl., Annaberg.

Long, W. H., Five undescribed species of Ravenelia. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 417—425.)

Medlar, E. M., A new fungus, Phialophora verrucosa, pathogenic for man. (Mycologia. *1915.* **7,** 200—203.)

Miyabe, K., On the relationship of Chrysomyxa expansa Diet. to Peridermium Piceae hondoensis Diet. (Bot. Mag. Tokyo. *1915.* **29**, 258—265.)

Moreau, F., s. unter Zelle.

Plantefol, L., Le Crocysporium torulosum Bonorden est une forme végétative d'un champignon basidiomycète. (Rev. gén. bot. *1915.* **27**, 97—116.)

Raschke, Erste Tafel eßbarer Pilze. (8. Aufl.) 56 × 86 cm (Nr. 1 A.) o. J. *1916.* — Zweite Tafel eßbarer Pilze. (3. Aufl.) 56,5 × 85,5 cm. (Nr. 1 B). o. J. *1916.* Grasers naturwissenschaftliche und landwirtschaftliche Tafeln. Nr. 1 A u. B, 5 u. 6. Farbendr. Grasers Verl., Annaberg.

Robbins, W. J., Digestion of starch by Penicillium camemberti. (Diss. Cornell Univ. *1915.*)

Stange, H., Reduktion und alkoholische Gärung. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. *1915.* **5**, 65—150.)

Takeda, H., On the genus Achlys. A morphological and systematic study. (Bot. mag. Tokyo. *1915.* **29**, 169—185.)

Tanberg, A. P., Experiments on the analyse of Aspergillus Orygal. (Diss. Columbia Univ. *1915.*)

Weston, jr., W. H., On the development of Transtotheca, with a comparative examination of Dictyuchus. (Diss. Harvard Univ. *1915.*)

Yates, H. J., The comperative histology of certain californian Boletaceae. (Diss. Univ. of California. *1915.*)

Zikes, H., s. unter Bakterien.

Flechten.

Hesse, O., s. unter Angewandte Botanik.

Jacoby, C., s. unter Angewandte Botanik.

Moose.

Evans, A. W., A new species of Metzgeria from the Galapagos Islands. (Torreya. *1916.* **16**, 67—70.)

Györffy, J., Über das Vorkommen der Molendoa Sendtneriana in den Karpathen außerhalb der Hohen Tatra. (Mag. Bot. Lapok. *1915.* **14**, 71—74.)

Levy, D. J., Common mosses, according to habitat. A nontechnical description based on macroscopical characters. (Torreya. *1916.* **16**, 55—67.)

Müller, K., Die Lebermoose. (Rabenhorst's Kryptogamenflora. *1916.* **6**, Lief. 26 u. 27, 721—848.)

Murr, J., Die Laubmoose von Feldkirch und Umgebung mit Einschluß Liechtensteins. (Feldkirch. *1915.* 24 S.)

—, Beiträge zur Flora von Vorarlberg und Lichtenstein X. B. Hepaticae. C. Laubmoose. (Allg. bot. Zeitschr. *1915.* **21**, 118—121.)

Timm, R., Zwei bemerkenswerte Torfmoose in Schleswig-Holstein. (Allg. bot. Zeitschr. *1915.* **21**, 102—107.)

Wilson, M., Sex termination in Mnium hornum. (Ann. of Bot. *1915.* **29**, 443—450.)

Warnstorf, C., Pottia-Studien. (Hedwigia. *1916.* **58**, 35—80.)

Woodburn, W. L., Spermatogenesis in Mnium affine, var. ciliaris (Grev.) C. M. (Ann. of Bot. *1915.* **29**, 441—456.)

Farnpflanzen.

Bancroft, N., A contribution to our knowledge of Rachiopteris cylindrica Will. (Ann. of Bot. *1915.* **19**, 531—565.)

Benedict, R. C., Does Ophioglossum vulgatum require ten years from spore to first green leaf? (Amer. fern journ. *1915.* **5**, 115—117.)

Bower, F. O., Studies in the phylogeny of the Filicales. V. Cheiropleuria bicuspis (Bl.) Presl. and certain other related ferns. (Ann. of Bot. *1915.* **29,** 495—529.)

Deutsch, H. B., Effect of light upon the germination of the spores of the true ferns. (Diss. Univ. of Chicago. *1915.*)

Hayata, B., Can Prosaptia properly be placed under Davallia? i. e. is it really distinct from Polypodium? (Bot. Mag. Tokyo. *1915.* **29,** 161—168.)

Moxley, G. E., Pellaea Rafaelensis sp. nov. (Amer. Fern. Journ. *1915.* **5,** 107—108.)

Kümmerle, I. B., Über die systematische Bedeutung der Pteridosporen. (Bot. Közlemén. *1915.* **14,** 115—123.)

Nagai, J., On the influence of nutrition upon the development of sexual organs in the fern prothallia. (Journ. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo. *1915.* **6,** 121—164.)

Phelps, O. P., More about the habitat of Ophioglossum. (Amer. Fern Journ. *1915.* **5,** 113—115.)

Rosendahl, H. V., On Woodsia alpina och en sydlig Inlandsform af denna samt Woodsia alpina × ilvensis nov. hybr. (Svensk. Bot. Tidskr. *1915.* **9,** 414—420.)

Sahni, B., The anatomy of Nephrolepis volubilis J. Sm., with remarks on the biology and morphology of the genus. (New Phytologist. *1915.* **14,** 251—274.)

Gymnospermen.

Chamberlain, I., Stangeria paradoxa. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 353—373.)

Lignier, O., et **Tuson, A.**, Les Ephedras possédent un ovaire clos et un ovole inclus. (Compt. rend. Paris. *1916.* **162,** 72—80.)

Pilger, R., Kritische Übersicht über die neue Literatur betreffend die Familie der Taxaceae. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 1—43.)

Schelenz, H., Zur Geschichte des Ginkgo. (Prometheus. *1916.* **27,** 406 ff.)

Angiospermen.

Bolus, L., Notes on Lessertia with descriptions of six new species and a key (Ann. Bolus Herb. *1915.* **1,** 87—96.)

Bornmüller, I., Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung Consinia. (Beih. bot. Centralbl., 2. *1916.* **34,** 131—203.)

Chodat, R., Les espèces du genre Prosopanche. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915.* 1—2.)

—, s. unter Morphologie.

—, s. unter Ökologie.

Engler, A., und **Krause, K.**, Araceae novae. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** Beibl. 118, 123—125.)

Harms, H., s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Heatley, M., A study of the life history of Trillium cernuum L. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 425—430.)

Jeffrey, E. C., Hybridism and the rate of evolution in angiosperms. (Amer. Nat. *1916.* **50,** 129—143.)

Mulsow, F. W., s. unter Gewebe.

Murbeck, S., Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoiden. (Lunds. Univ. Årsskr. *1916.* NF. 2. **12,** 1—28.)

Robinson, B. L., New, reclassified, or otherwise noteworthy spermatophytes. (Proc. Amer. Ac. Arts and Sc. *1916.* **51,** 527—540.)

Schindler, A. K., Desmodiinae novae. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 51—68.)

Skottsberg, C., Benthamiella Speg. und Saccardophytum Speg. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 44—50.)

Smith, J. D., Undescribed plants from Guatemala and other central American republics. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 373—388.)

Trouard-Riolle, Hybridation entre une crucifère sauvage et une crucifère cultivée à racines tubérisées. (Compt. rend. Paris. *1916.* **162,** 511—513.)

Waterfall, C., A new Epilobium hybrid. (Lancashire and Cheshire Nat. *1916.* **8,** 379—380.)

Willis, J. C., s. unter Pflanzengeographie.

Pflanzengeographie. Floristik.

Banse, E., Floren- und Wirtschaftskarte der Türkei, 1 : 5 000 000. Braunschweig. *1916.*

Brunner, H., Beiträge zur Kenntnis der Flora des Bezirks Diessenhofen und seiner Umgebung. (Mitt. Thurg. naturf. Ges. *1915.* **21,** 201—209.)

Christiansen, A., Taschenbuch einheimischer Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Lebensverhältnisse. 191 farb. Pflanzenbilder auf 48 Taf. u. 168 S. Text m. 98 Abb. 2. Aufl. (160 S.) Eßlingen. *1916.* J. F. Schreiber.

Dinter, K., Eine botanische Reise im zentralen Deutsch-Südwestafrika. (Ber. natw. Ges. »Isis«, Bautzen. *1913-1915.* 28—40.)

Engler, A., Entwicklungsgeschichte der Hochgebirgsfloren, erläutert an der Verbreitung der Saxifragen. (Sitzber. preuß. Akad. d. Wiss. *1916.* **18.**)

—, und **Krause, K.**, Neue Araceen Papuasiens II. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 74—91.)

Focke, W. O., Die Rubus-Arten Deutsch-Neuguineas. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 73.)

Gilg, E., Plantae novae andinae imprimis Weberbauerianae VII. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** Beibl. 117, 1—80.)

—, VIII. (Ebenda. Beibl. 118, 1—122.)

Goldmann, E. A., Plant records of an expedition to lower California. (Contr. N. S. nat. Herb. *1916.* **16,** 309—371.)

Kellog, H. S., The flore of the Rainy River Region. (Proc. Jowa Ac. Sc. *1915.* **22,** 60—75.)

Kroeber, A. L., Floral relations among the Galopagos Islands. (Univ. California Publ. Bot. *1916.* **6,** 199—220.)

Lauterbach, C., Beiträge zur Flora von Papuasien V. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 69—128.)

Osterhout, G. E., A new Phacelia from Colorado. (Torreya. *1916.* **16,** 70—71.)

Richter, K., Über einige Pflanzen aus der näheren und weiteren Umgebung Bautzens. (Ber. natw. Ges. »Isis«, Bautzen. *1913-1915.* 20—27.)

Rock, J. F., Palmyra island with a description of its flora. (College of Hawaii publ. *1916.* **4,** 53 S.)

Schlechter, R., Die Elaeocarpaceen Papuasiens. (Bot. Jahrb. [Engler] *1916.* **54,** 92—128.)

Schmeil, O., und **Flitschen, I.**, Flora v. Deutschland. Ein Hilfsbuch zum Bestimmen der zwischen den deutschen Meeren und den Alpen wildwachsenden und angebauten Pflanzen. Mit 1000 Abb. 17. Aufl. (439 S.) Leipzig. *1916.* Quelle & Meyer.

Smith, J. D., s. unter Angiospermen.

Willis, J. C., The evolution of species in Ceylon, with reference to the dying out of species. (Ann. of Bot. *1916.* **30,** 1—23.)

Palaeophytologie.

Berry, E. W., Upper cretaceous floras of the world. (Proc. nat. Ac. Sc. *1916.* **2,** 186—187.)

Cockerell, T. D. A., A lower cretaceous flora in Colorado. (Journ. Washington Ac. Sc. *1916.* **6,** 109—112.)

Davis, C. Q., On the fossil algae of the petroleum-yielding shales of the Green River formation of Colorado and Utah. (Proc. nat. Ac. Sc. *1916.* **2,** 114—119.)

Halle, T. G., A fossil sporogonium from the lower devonian of Rözangen in Norway. (Bot. Not. *1916.* 79—81.)

Kidston, R., and **Jongmans, W. J.**, A monograph of the Calamites of western Europe. Flora of the carboniferous of the Netherlands and adjacent regions. **1**, Atlas pl. 1—158 (Med. Rijksopsporing Delfstoffen Nr. 7, 's-Gravenhage. *1915*.)

Krasser, F., Männliche Williamsonien aus dem Sandsteinschiefer des unteren Lias von Steierdorf in Banat. (Anz. k. Akad. wiss. Wien. *1915*. **52**, 298—300.)

Napper, C. W., Occurrence of carbonaceous material in the Greenfield member of the Monroe formation. (Ohio Journ. Sc. *1916*. **16**, 155—158.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Altheimer, K., Über im Jahre 1913 erschienene Mitteilungen über Schädlinge und Krankheiten der Obstbäume. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916*. **45**, 112 ff.)

Escherich, K., Clytus arcuatus L. (Cerambycide) als schlimmer technischer Eichenschädling. (Natw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916*. **14**, 272.)

Harms, H., Über abnorme Blüten der Aucuba japonica Thumb. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**, 346—354.)

Heald, F. D., Preliminary note on leaf invasion by Bacillus amylovorus. (Bull. Agric. Exp. Stat. Washington. *1915*. Nr. 125, 7 S.)

Kinzel, W., Über die Viviparie der Gräser und ihrer Beziehungen zu ähnlichen Störungen der normalen Fruchtentwicklung, sowie zu Mißbildungen anderer Art. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916*. **62**, 285—291.)

Lakon, G., s. unter Physiologie.

Lendner, A., Sur deux Rénoncules anormales. (Bull. soc. bot. Genève. Sér. 2. *1915*. **7**, 17—21.)

Lingelsheim, A., Über einige Ascidienbildungen der Blätter von Magnolia. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**. 392—396.)

Losch, H., s. unter Ökologie.

Melhus, J. E., Hibernation of Phytophthora infestans of the Irish potato. (Journ. of agric. research. Washington. *1915*. **5**.)

Neger, F. W., Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916*. **34**, 386—392.)

Oberstein, Chortophila cilicrura Rond and Thereva spec., zwei neue Roggenschädlinge in Schlesien. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916*. **26**, 277—280.)

Pool, V. W., and **Mc Kay, M. B.**, Relation of stomatal movement to infection by Cercospora beticola. (Journ. agric. research, Washington. *1916*. **5**, 1011—1038.)

Stewart, A., An anatomical study of Gymnosporangium galls. (Am. journ. of bot. *1915*. **2**, 402—417.)

Taubenhaus, J. J., Soilstain, or scurf, of the sweet potato. (Journ. agric. res. Washington. *1916*. **5**.)

White, O. E., s. unter Fortpflanzung und Vererbung.

Wolf, F. A., Further studies on peanut leafspot. (Journ. agr. res. Washington. *1916*. **5**.)

Zacher, F., Die Literatur über die Blattflöhe und die von ihnen verursachten Gallen nebst einem Verzeichnis der Nährpflanzen und Nachträgen zum »Psyllidarum Catalogus«. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916*. **45**, 97—112.)

Zimmermann, H., Innenspaltung von Kartoffelknollen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916*. **26**, 280—285.)

Angewandte Botanik.

Beythien, A., **Hartwich, C.**, und **Klimmer, M.**, Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung. Eine systematisch-kritische Zusammenstellung der Methoden zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, einschließlich des Wassers und der Luft. 3 Bde. 1. Chem.-phys., 2. Bot.-mikr., 3. Bakter.-biol. Teil. Leipzig. *1915*. **3**, XII + 474 S. 3 Taf. 175 Fig.

Bosinelli, G., Die Wirkung des freien Schwefels auf das Pflanzenwachstum. (Intern. agr. techn. Rundschau. *1915*. **6**, 1025—1026.)

Ehrenberg, P., Reizdüngemittel und ihre Bedeutung. (Naturwissenschaften. *1916.* **4**, 345—351.)

Haberlandt, G., Leguminosenblätter als Nahrungsmittel. (Ebenda. 361—363.)

—, Über Pflanzenkost in Krieg und Frieden. B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin. *1916.* Auch Sep. aus Intern. Monatschr. f. Wiss., Kunst u. Technik. **10**, 42 S.

Hesse, O., Die Verwendung der Flechten als Nahrungs- und Futtermittel. I. A. Barth, Leipzig. *1916.* 19 S.

Jacoby, C., Weitere Beiträge zur Verwertung der Flechten. J. C. B. Mohr, Tübingen. *1916.* 28 S. 2 Taf.

Linz, A., Vergleichende Untersuchungen der zur Bestimmung des Glycyrrhizins in der Süßwurzel und im Succus Liquiritiae vorgeschlagenen Methoden. (Arch. d. Pharm. *1916.* **254**, 65 ff.)

Losch, F., Kräuterbuch. Unsere Heilpflanzen in Wort und Bild. 86 Farbendr.-Taf., enth. 460 genau nach d. Natur gezeichnete Abb. u. 246 S. Text m. 49 Illustr. 3. Aufl. (XVI, 209 u. XVII S.) Eßlingen o. J. *1916.* J. F. Schreiber.

Miller, F. A., The cultivation of medicinal plants. (The Lilly Scient. Bull. *1916.* **1**, 255—265.)

Mitscherlich, E. A., Pflanzenphysiologische Vorarbeiten zur chemischen Düngemittelanalyse. (Landw. Jahrb. *1916.* **49**, 335—417.)

Tschermak, E. v., Über den gegenwärtigen Stand der Gemüsezüchtung. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtg. *1916.* **4**, 65—104.)

Zufall, C. O., A criticism of the pharmacopocial description of vegetable drugs. (The Lilly Scient. Bull. *1916.* **1**, 265—276.)

Technik.

Keith, G. W., Simple technique for isolation single spore strains of certain types of fungi. (Phytopathology. *1915.* **5**, 266—269.)

Molisch, H., s. unter Physiologie.

Naumann, E., Mikrotekniska Notiser. V—VI. (Bot. Not. *1916.* 49—63.)

Reed, G. B., The significance of color changes in oxidase reagents. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 430—432.)

Verschiedenes.

Eder, J., Sensibilisierungsspektren von Pflanzenfarbstoffen auf Bromsilberkollodium (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl., Abt. IIa. *1915.* **124**, 16 S.)

Krumbach, T., Der botanische Garten der zoologischen Station Rovigno in dem Hagelschlag vom 4. März 1916. (Naturwissenschaften. *1916.* **4**, 320—322.)

Röll, J., Meine Erinnerungen an Forstrat Georg Roth. (Hedwigia. *1916.* **58**, 9—14.)

Scott, D. H., Count Solms-Laubach. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 433—434.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen von Phaseolus multiflorus von verschiedenen Außenfaktoren.

Von

Dr. Rose Stoppel.

Mit 41 Abbildungen im Text.

I. Einleitung.

Das Problem des Pflanzenschlafes ist in den letzten Jahren so häufig der Gegenstand wissenschaftlicher Arbeiten und dadurch eingehender Diskussionen gewesen, daß ich von einer historischen Einführung dieses Problems absehen kann. Die meisten in Frage kommenden Arbeiten sind angeführt und besprochen von Pfeffer in der Pflanzenphysiologie und in den Publikationen der Jahre 1907 und 1911 sowie von R. Stoppel (1910). Die ersten Resultate der vorliegenden Versuche sind bereits bekannt gegeben durch das Referat eines Vortrages in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft 1912. Ich gelangte damals auf Grund der in Straßburg durchgeführten Versuche zu der Überzeugung, daß die Periodizität der Schlafbewegungen der Phaseolusblätter durch eine autonome Bewegungstätigkeit mit bedingt seien. Es existierte für mich ein so geringer Grad von Wahrscheinlichkeit, daß eine bisher übersehene äußere Kraft wenigstens regulierend die Bewegungstätigkeit der Blätter beeinflußte, daß der Gedanke an diese Möglichkeit schriftlich nicht niedergelegt wurde. Auch Pfeffer hatte 1911 die Existenz eines autonomen tagesperiodischen Bewegungsrhythmus der Phaseolusblätter annehmen zu müssen geglaubt. Seine letzte Arbeit 1915 hatte zur Aufgabe, Material zur Beantwortung der Frage herbeizuschaffen, ob eine solche autonome Periodizität auch bei anderen Pflanzen nachzuweisen

ist, und wie weit sie bei dem Zustandekommen der normalen Schlafbewegungen mitspricht. Da der Verf. in dieser Arbeit seinen Standpunkt hinsichtlich der Frage über die Entstehung der Schlafbewegungen klarlegt unter Berücksichtigung der Arbeiten über die Bewegungen der Blüten von Calendula arvensis von Stoppel (1910) und von Stoppel und Kniep (1911), sowie über die Bewegungen der Blätter von Phaseolus von Stoppel (1912), so wird auf diese Arbeit im theoretischen Teil eingehender Bezug genommen werden.

Ich gelangte nämlich, als ich die in Straßburg begonnenen Versuche in Basel fortsetzen konnte, zu der Überzeugung, daß ich einen Fehlschluß getan hatte hinsichtlich der Annahme der Existenz oder wenigstens der Größe des Einflusses einer autonomen Periodizität der Bewegungen. Zwar deckten sich die Versuchsergebnisse, die mit den im Dunkeln erzogenen Blättern von Phaseolus in Basel erzielt wurden mit den in Straßburg gewonnenen vollständig, indem die Blätter in den frühen Morgenstunden, meist zwischen 2 und 4 Uhr, ihre tiefste Stellung erreichten und eine 24stündige Periodizität der Bewegungen aufwiesen. Es kam bei normalen Blättern niemals vor (normal ist natürlich relativ zu verstehen, denn ich arbeitete zunächst nur mit etiolierten Pflanzen), daß dieselben mittags oder in den Abendstunden die Höhe der Senkbewegung erreicht hätten. Dennoch kam ich durch die in dieser Arbeit mitgeteilten Versuchsresultate zu der Überzeugung, daß sich diese zeitliche Fixierung der Bewegung nicht auf eine erblich überkommene Periodizität zurückführen läßt.

Durch die freundliche Vermittlung von Herrn Prof. Senn fand ich in Herrn M. Knapp die meteorologisch geschulte Kraft und einen Berater, der durch sein reges Interesse mir half, die rechte Spur bei dem Aufsuchen der bisher übersehenen äußeren regulierenden Kraft zu finden. Licht und Temperaturwechsel schieden infolge der angewendeten Methodik als die die Bewegungen regulierenden Faktoren aus. Der Wechsel der Luftfeuchtigkeit und des Barometerdruckes waren, wie mich meine Versuche überzeugten, ohne merkbaren Einfluß auf die Bewegungen. Es konnten also schließlich nur noch die verschwindend kleinen, tagesperiodischen Schwankungen der Erd-

schwere, oder die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre als bedingende oder regulierende Faktoren der Bewegungen in Betracht kommen.

Die geotropischen Versuche gestalteten sich relativ einfach, bei den elektrischen dagegen waren um so mehr Schwierigkeiten zu überwinden, da es sich hier um ein Energieproblem handelt und durch den komplizierten Chemismus der Pflanzen starke individuelle Schwankungen herbeigeführt wurden. Deshalb bringt die Arbeit keine vollständige Lösung des Problems. Doch haben mir die Resultate von 270 Versuchen bei aller Vorsicht der Bewertung des einzelnen schließlich ein Bild über das Eingreifen der äußeren Kräfte gegeben, so daß ich diese Versuchsergebnisse glaube veröffentlichen zu können. Sie lassen sich noch erweitern, aber die Grundfrage der Regulation der Bewegungen sehe ich für gelöst an.

Das Resultat dieser Arbeit, das Aufdecken eines bisher übersehenen Faktors im Kreislauf der in der Pflanze tätigen Energie danke ich in hohem Maße dem weitherzigen Entgegenkommen von Herrn Prof. Senn, der es mir ermöglichte, die in Straßburg begonnene Arbeit in Basel fortzusetzen. Ihm möchte ich an dieser Stelle ganz besonders danken, sowie Herrn Prof. Hagenbach für manchen Wink in physikalischen Fragen, Herrn M. Knapp für die Anregung und Herrn Prof. Jost in Straßburg für die mir seinerzeit gewährte Unterstützung.

II. Versuchsanordnung.

Dieser Teil der Arbeit ist im ganzen leichter darzustellen als er sich bei der Arbeit selbst gestaltete. Die Untersuchungen wurden in Straßburg begonnen. Es stand mir dort ein Kellerraum mit annähernd konstanter Temperatur zur Verfügung. Der Raum wurde durch einen Gasofen erwärmt, von dem der Schornstein nach außen mündete. Die weitaus meisten Versuche sind in der botanischen Anstalt in Basel ausgeführt, wo mir Herr Prof. Senn einen Kellerraum mit elektrischen Öfen und Ventilator herrichten ließ. Dieser Raum, der sich für die Arbeit außerordentlich gut eignete, war in der Mitte des Hauses eingebaut und durch einen Vorraum zugänglich, der auch zu verdunkeln war und der Arbeit diente. Der Ventilator wurde

später, als sich Übelstände zeigten, eingebaut und war so eingerichtet, daß er vorgewärmte Luft in die obere Hälfte des Raumes hineindrückte, während nahe dem Boden ein Abzugskanal für die minderwertige CO_2haltige Atmosphäre angelegt war.

Das Saatgut wurde in dem Temperaturzimmer im Dunkeln aufbewahrt. Anfangs wurden wöchentlich einmal ca. 70 Bohnen einen Tag lang in Wasser, das die Zimmertemperatur angenommen hatte, eingequollen und am folgenden Tage zu je zwei in einen Topf mit temperierter, sandiger Erde gesteckt. Später genügten ca. 20 Töpfe mit je einer Pflanze. Es ist für die Versuche nicht unwichtig, daß nur eine Bohne in jedem Topf ist. Sobald sich die Primärblätter zwischen den Cotyledonen heraushoben (nach ca. 5 Tagen), wurde mit einem feinen Skalpell die Plumula zwischen den Blättern entfernt, auch später Sorge getragen, daß weder in der Achsel der Primärblätter noch der Cotyledonen ein Sproß sich entwickeln konnte. Nach 3 bis 4 Wochen waren bei einer Temperatur von ca. 20° die Blätter so weit entfaltet, daß sie zu den Versuchen gebraucht werden konnten. Die Temperatur war bei den einzelnen Versuchen nicht ganz gleich, schwankte im Laufe eines Versuches aber nur geringfügig. Das Resultat dieser Aufzucht war anfangs häufig leider sehr unbefriedigend. Bisweilen war keine, oft nur 6 bis 10 Pflanzen zu den Versuchen brauchbar. Die zunächst ganz gut entwickelten Blätter rollten sich, ich möchte es als krampfartig bezeichnen, auf, indem auf der Oberseite der Mittel- und der größeren Seitenrippen oft im Lauf weniger Stunden eine Gewebewucherung entstand, die die Blattspreite herunter drückte, so daß die Blattspitze den Blattstiel berührte. Diese Erscheinung trat oft in Straßburg auf, und ich beobachtete, daß gerade diejenigen Blätter sie am häufigsten zeigten, mit denen ich mir vorher zu schaffen gemacht hatte. So war es mir eine geläufige Erscheinung, ein Blatt, das ich wenige Stunden zuvor schön plan ausgebreitet am Registrierapparat befestigt hatte, bei dem nächsten Besuch gänzlich deformiert zu finden, während das zweite Blatt derselben Pflanze, das ich nicht so oft berührt hatte, normal geblieben war. Da dieser Übelstand in den ersten Arbeitswochen in Basel besser war, sich dann

aber wesentlich verschlimmerte und erst wieder nachließ, als der Ventilator eingebaut war, so möchte ich den Grund hierfür hauptsächlich, aber nicht ausschließlich in einer Schädigung der Pflanzen durch CO_2-Vergiftung sehen. Es zeigten sich auch sonstige Deformationen, wie sie als Folge von Laboratoriumsluft schon vielfach beschrieben worden sind: Anschwellen der Stengel, schiefes, häufig fast plagiotropes Wachstum des Stieles und weitgehende Reduktion in der Ausbildung der Blattspreite. Alle diese Übelstände wurden durch den Ventilator stark eingeschränkt, zeitweise sogar ganz beseitigt, und ich konnte fortan mit ziemlicher Gewißheit auf brauchbares Material rechnen.

Im Laufe der Arbeit stellte es sich ferner heraus, daß die peinliche Ausschaltung von Licht und Temperaturwechsel in den ersten Tagen der Aufzucht der Pflanze für die Resultate belanglos war. Dagegen gaben die Bohnentöpfe, die so lange am Licht im Gewächshaus standen, bis der Stiel der Keimpflanze die Erde zu durchbrechen begann, wesentlich kräftigere Pflanzen. Sie blieben bedeutend niedriger, die Blätter waren größer als bei den im Versuchsraum gekeimten Exemplaren. Sie zeigten also nicht in dem Maße die Eigenschaften des Etiolements. Diese Beobachtung scheint mir deshalb erwähnenswert, weil der Lichtgenuß dieser Pflanzen doch sehr gering war, und seine Wirkung im Laufe der Entwicklung hätte verschwinden können. Es zeigt sich darin also der eingreifende Einfluß der Lichtkeimung.

Waren die Pflanzen in der Dunkelkammer untergebracht, dann trug ich Sorge, daß sie gleichmäßig feucht, aber nie zu naß gehalten wurden, da ihr Wasserbedürfnis sehr gering ist, und zu starke Feuchtigkeit die Degeneration der Pflanzen sehr fördert. Erhöhte Luftfeuchtigkeit erwies sich nicht als günstig; es war besser, bei einem geringeren Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre für eine häufigere Erneuerung derselben durch die Tätigkeit des Ventilators zu sorgen. Bei hohem relativen Wassergehalt der Luft (90 bis 96 %) bildeten sich die Blätter zwar gut aus, die beiden Spreitenhälften blieben jedoch zusammengeklappt, wie in der Knospenlage der Blätter. Die Entfaltung erfolgte, sobald die Atmosphäre trocken wurde. Auf diese Weise läßt

sich also experimentell der Schutz der Blätter vor zu starker Benetzung demonstrieren.

Einige Tage ehe die Pflanze genügend entwickelt war, wurde sie mit Bastschlingen an einem in den Topf gesteckten hölzernen, zweiarmigen Galgen befestigt, so daß Stengel und Blattstiel fixiert waren. Die Bewegungen der Spreite wurden sehr selten direkt beobachtet, sondern meist nach Pfefferschem Muster ein Registrierapparat verwandt, auf dessen rotierender Trommel die Pflanze selbst vermittelst eines Glashebels ihre Bewegungen aufzeichnete. Daß ich von dem großen Pfefferschen Registrierapparat später zu dem von Firma Bosch, Straßburg nach meinen Angaben zusammengestellten überging, habe ich in meinen Ausführungen in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft 1912 hervorgehoben, sowie die Vorzüge dieses neuen Registrierapparates.

Was das Aufstellen der Pflanzen am Apparat sowie das Fertigstellen der Kurven anbetrifft, sei auf Pfeffers ausführliche Darstellung in seiner Arbeit »Über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane« 1907 S. 275 u. f. verwiesen. — Ein Unterschied in dem Montieren bestand nur darin, daß ich jede auch noch so geringfügige Verletzung der Blattspreite vermied, da sie sich als sehr schädlich erwies. Ich zog es daher vor, das Fädchen, welches die Blattspreite mit dem Hebel verband, vermittelst Gummi arabicum am Blatte anzukleben. Da das Fädchen eine von einem Seidenkokon abgesponnene Gespinstfaser war, so genügten Spuren des Klebstoffes zur Befestigung. Bei den etiolierten Blättern wurde dies Fädchen an der Blattspitze angebracht, bei den größeren grünen Blättern auf der Mittelrippe etwa 2 cm vom Blattgrunde entfernt. — Da es mir bei der vorliegenden Arbeit nicht darauf ankam, den bei der Bewegung durchmessenen Winkel oder die von dem Blatt entfaltete Kraft festzustellen, so ist die Länge des Kokonfadens und die Entfernung seiner Befestigungsstelle vom Blattgelenk nie angegeben. Beides war sehr wechselnd bei den einzelnen Versuchen, da meist mehrere gleichzeitig an einem Apparat angesetzt wurden, und die Pflanzen in ihren Höhen sehr verschieden waren. Auch die Länge der beiden Hebelarme, die stets angegeben ist, wurde mit Rücksicht auf den

Platz gewählt und ist daher nicht immer die gleiche. Somit sind die verschiedenen Kurven in ihrem Ausmaß nicht direkt miteinander vergleichbar. — Daß sämtliche Versuche im Dunkelzimmer unter Benutzung einer dunkelroten elektrischen Birne aufgestellt und nachgesehen wurden, bedarf kaum der Erwähnung.

Für die Lichtversuche wurde mir später von Herrn Prof. Senn noch ein großes Zimmer im zweiten Stock des Instituts mit Nord- und Ostfenster zur Verfügung gestellt, in dem die Temperatur nur wenig schwankte. Die ersten Lichtversuche wurden in dem großen, luftigen Hörsaal mit Ostfenstern aufgestellt. Die Anzucht der jungen Pflanzen für die Lichtversuche geschah im Gewächshaus.

Bei der Beurteilung der Kurven ist darauf zu achten, daß die Zeitkurven so in die Bewegungskurven eingetragen sind, daß die Mitternachts- und Mittagstunde festgelegt sind, und 12 Uhr mittags durch das Datum kenntlich ist. Da die Bewegungen vermittelst Hebel registriert sind, bedeutet ein Anstieg der Kurve ein Senken des Blattes, ein Abfall das Heben desselben.

Soweit genügen die methodischen Angaben, als es sich um die Versuchsanordnung handelt, die für die meisten Teile der Arbeit gleich war. Wo bei den einzelnen Versuchsserien noch eine besondere Methodik erforderlich war, wird sie in dem betreffenden Teil angegeben werden.

III. Normalkurve der Dunkelblätter.

Ehe ich mich der Frage über den Einfluß einer Veränderung der Außenfaktoren auf die Bewegungen der Bohnenblätter zuwende, muß auf die Kurve hingewiesen werden, die das Blatt, das in Dunkelheit bei konstanter Temperatur erzogen ist und auch ferner unter dieser Konstanz der Außenbedingungen gehalten wird, von seinen Bewegungen aufzeichnet. Ich bezeichne im folgenden diese Kurve einfach als Normalkurve, womit ich freilich nicht gesagt haben will, daß die Pflanze in einem normalen Zustand gewesen sei. Unter Konstanz der Außenbedingungen verstehe ich die Konstanz, die in einem Raum herrscht, in welchem die Temperatur innerhalb 24 Stunden um nicht mehr als $1/2^0$ C schwankt, innerhalb 8 Tagen höchstens um $1\,1/2^0$.

Außerdem war der Versuchsraum dauernd dunkel, abgesehen von den Zeiten, wo während meiner Tätigkeit in demselben die rote elektrische Lampe brannte. Die Luftfeuchtigkeit schwankte in geringem Maße und betrug bei der Mehrzahl der Versuche etwa 70%. Der Barometerdruck wurde nicht dauernd kontrolliert, da er für die Versuchsergebnisse direkt ohne Belang ist.

Es wird sich aus dem folgenden zeigen, daß es nicht zulässig ist, bei den gegebenen Verhältnissen von einer Konstanz der Außenbedingungen zu sprechen, dennoch sei hier noch gemäß unsern bisherigen Anschauungen dieser Ausdruck gebraucht. —

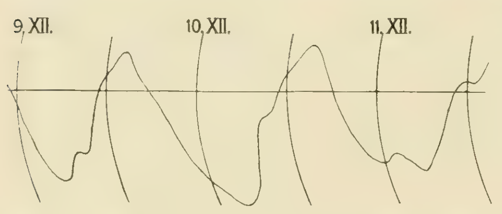


Abb. 1. Kurve 177. Etiol. Phas. mult. Basel 9.—12. II. 16. Hebel 7,5 : 11. Temp. 16°. Normalkurve. Dunkelzimmer. Blatt geht in der Nacht vom 11.—12. II. zugrunde.

Ich trug Sorge, daß die geringen Schwankungen, die meist durch meine Anwesenheit in dem Raum verursacht wurden, nicht tagesrhythmisch zur Geltung kamen, indem ich meine Arbeit in dem Raum zu möglichst verschiedenen Tagesstunden verrichtete.

Über die wiedergegebenen Kurven — eine kleine Auswahl einer größeren Menge — ist wenig zu sagen, sie sprechen für sich selbst. Kurve 17/18 (Abb. 3) und 10 (Abb. 4) sind noch durch den großen Pfefferschen Apparat registriert worden, es liegen daher die Zeitkurven enger zusammen. Außerdem ist bei den ersten Kurven die Hebelübertragung reichlich groß gewählt.

So verschieden die Kurven im einzelnen sind, so stimmen sie doch in zwei Erscheinungen überein, nämlich in der 24stündigen Periodizität der Bewegungen und darin, daß das Blatt stets in den frühen Morgenstunden am meisten gesenkt ist, was aus der Lage der Kulminationspunkte der Kurve zu ersehen ist. Um die Gesetzmäßigkeit dieser Erscheinung an einer größeren Anzahl von Pflanzen festzustellen, habe ich diese Kulminationspunkte bei 25 Pflanzen, deren Kurven nicht wiedergegeben sind, an insgesamt 67 Tagen zeitlich bestimmt und dabei folgende Summen für die einzelnen Tagesstunden erhalten:

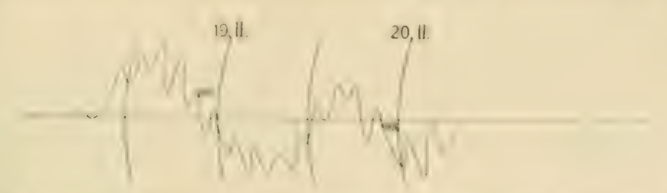


Abb. 2. Kurve 57. Etiol. Phas. mult. Dunkelzimmer. Straßburg 18.—20. II. 13. Temp. 21°. Hebel $7\frac{1}{2}$: 11. Normalkurve. Blatt ging am 20. zugrunde.

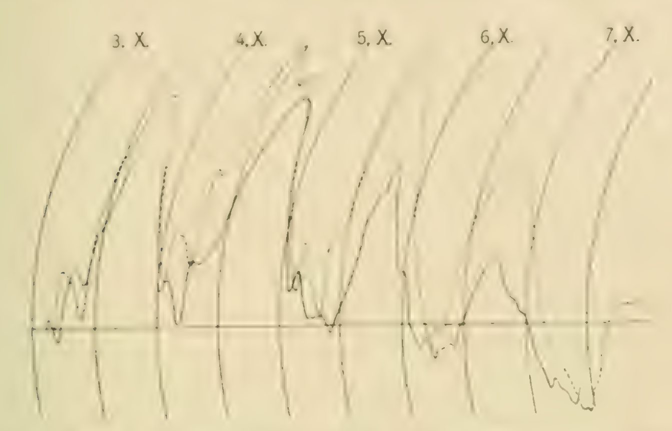


Abb. 3. Kurve 17/18. Phas. mult. Geschwisterblätter. Etiol. Pfl. Dunkelzimmer. Straßburg 1911. Normalkurve. Temp. 18,2—18,9°. Hebelarme 5 : $18\frac{1}{2}$.

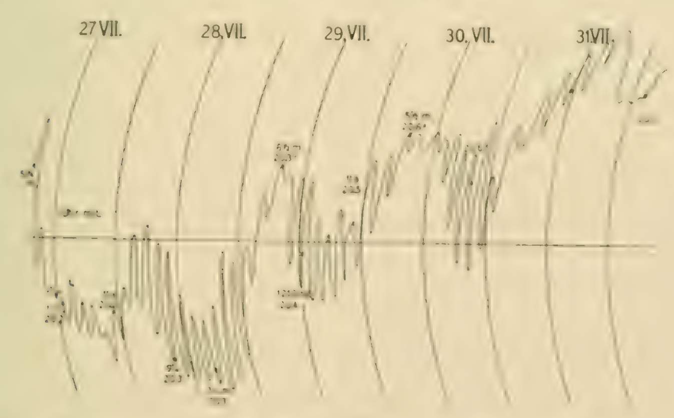


Abb. 4. Kurve 10. Phas. mult. Dunkelzimmer. Straßburg. 27. bis 31. VII. 1911. Etiol. Pfl. Normalkurve. Temp. 20,2—20,7°. Hebel 4 : 20. Blatt rollte sich auf und wurde am Schluß schlecht.

	abends	Mitternacht	morgens							
Annähernd bestimmter Zeitpunkt des Gipfels der Kurve . . .	10	12	2	3	4	5	6	7	8	Uhr
Anzahl der Tage	2	3	3	18	24	13	3	0	1	

Es darf somit für die Dunkelblätter der Bohnenpflanzen als gesetzmäßig angesehen werden, daß sie in den frühen Morgenstunden (3 bis 5 Uhr) ihre tiefste Stellung erreichen.

In der Tagstellung treten bei den Dunkelblättern meist Oscillationen von verschiedenem Ausmaß und mit wechselndem Zeitaufwand ein. Sie treten zurück während der größeren Bewegung in und aus der Schlafstellung. Der kleine Absatz beim Ab- und besonders beim Aufstieg der Kurve wie bei Nr. 177 (Abb. 1) ist eine sehr häufig wiederkehrende Erscheinung. Letzterer fällt dann ungefähr auf 9 Uhr abends. Überhaupt haben die meisten Dunkelkurven den Typus von Nr. 177.

Die kleinen Oscillationen sind, wie die Auswahl der Kurven zeigt, sehr verschieden bei verschiedenen Pflanzen; sie haben aber einen sehr ähnlichen Charakter bei den beiden Blättern derselben Pflanze (Kurve 17 18, Abb. 3). So starke Schwingungen wie bei Nr. 10 (Abb. 4) kommen nur sehr selten vor. Da sie bei dem zweiten Blatt derselben Pflanze ebenso stark entwickelt waren, müssen sie eine Funktion des Zustandes des Gesamtorganismus sein.

Nachdem ich somit das allgemein Gesetzmäßige in den Normalkurven erkannt hatte, ging ich über zu der Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Außenfaktoren.

IV. Einfluß der Temperatur.

Obgleich es zunächst ganz unsicher war, ob die rhythmischen Blattbewegungen eine durch Vererbung überkommene Anlage sind, oder ob sie nur durch einen auf das Individuum selbst wirkenden Reiz hervorgerufen wurden, das Problem blieb in beiden Fällen dasselbe: welcher äußere Faktor ist als Reiz für die Bewegungen der Blätter verantwortlich zu machen? Da die Lichtwirkung durch die Methodik ausgeschlossen war, so kam zunächst die Temperatur in Frage. Es liegen schon Untersuchungen in dieser Richtung vor von Jost (1898) und Pfeffer

(1907 und 1915). Jost stellte bei etiolierten Blättern von Phaseolus fest, daß eine Temperatursteigerung ein Heben des Blattes, Temperaturabfall dagegen ein Senken zur Folge hat. Seine Resultate basieren auf direkter Beobachtung und erstrecken sich nur auf einige Tagesstunden.

Pfeffer ist in seiner Arbeit (1915, S. 84) zu denselben Resultaten gelangt. Er machte seine Versuche nur an grünen, normalen Blättern. Daß aber auch bei diesen die Temperatureinflüsse nicht sehr ausgeprägt sind und leicht durch andere Reize überdeckt werden, geht schon daraus hervor, daß Pfeffer in seiner Arbeit (1907, S. 308) gerade zu einer gegensätzlichen Deutung gelangt war.

Nach meinen Versuchen muß ich annehmen, daß die Wirkung kleinerer Temperaturschwankungen bei den Dunkelpflanzen sehr gering sind. Ich gebe nur wenige Kurven als Belege meiner Beobachtungen wieder. Die behandelte Frage sehe ich auch noch nicht als restlos gelöst an, doch genügt das vorhandene Material, um sie, sofern sie die weiteren Beobachtungen berührt, also Fehlerquelle sein könnte, zu entscheiden. Es ist ausgeschlossen, daß die kräftigen Bewegungen der Dunkelpflanzen durch die geringen Temperaturschwankungen des Versuchsraums verursacht oder auch nur merklich beeinflußt wurden. Meine Untersuchungen und somit auch die Kurven beziehen sich nur auf etiolierte Blätter.

Bei den Versuchen über den Einfluß der Temperatur war zu trennen zwischen den Reaktionen, die sich bald nach dem Temperaturwechsel während der Bewegungstätigkeit der Blätter einstellten und den Schwankungen, denen die Pflanze während der Aufzucht unterlegen war. Kamen diese letzteren bei den späteren Bewegungen nicht zum Ausdruck, so war es nicht wahrscheinlich, daß die Temperaturschwankungen während der Samenreife eine Periodizität auf die Pflanze übertrugen.

Um den letzten Punkt vorweg zu nehmen, so habe ich Schwankungen der Temperatur während der Aufzucht in ihren Nachwirkungen bei den späteren Bewegungen in konstanter Temperatur niemals beobachten können. Die für diese Versuche heranwachsenden Pflanzen standen in einem Dunkelkasten in einem Gewächshause, wo nach den Aufzeichnungen eines Ther-

mographen (Kurve 55 a, Abb. 5) infolge des Heizens morgens und abends ein zweimaliges Ansteigen der Temperatur täglich stattfand. Die Töpfe waren in diesem Raum zirka 3 Wochen untergebracht und wurden immer erst nach Dunkelwerden begossen. Brachte ich sie dann ins Temperaturzimmer, so schrieben sie ihre tagesrhythmische Kurve wie die andern Pflanzen auch. Von Nachschwingungen der durch Temperaturwechsel in jüngeren Stadien der Pflanze induzierten Bewegungen kann demnach keine Rede sein.

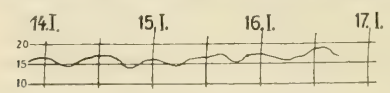


Abb. 5. Kurve 55a. Temperaturkurve aus dem Gewächshaus Straßburg bei Aufzucht von Phaseolus mult. Nr. 55.

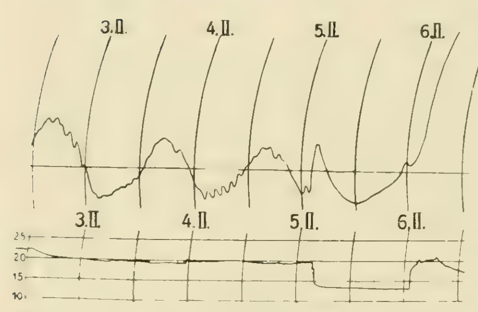


Abb. 6. Kurve 55. Etiol. Phas. mult. Straßburg 2.—6. II. 1913. Hebbel 7 : 15½. Pfl. in Dunkelheit im Gewächshaus erzogen. (Siehe Temperaturkurve 55a.) 2./3. II. 12 nachts — 5. II. 3 nm. 19 — 20⁰. 5. II. 3 nm. — 6. II. 1½ nm. 13⁰. 6. II. 1½ nm. — Schluß 20⁰. Blatt rollt sich am 6. II. ein.

Gehen wir somit zur Untersuchung des Einflusses der Temperaturschwankungen auf ältere Pflanzen während der Bewegungen selbst über. Ein geringer Anstieg oder Abfall (1 bis 2⁰) hatten auch hier keine merkbaren Reaktionen zur Folge, so daß Versuchsfehler infolge der geringen Schwankungen im Dunkelzimmer ausgeschlossen sind.

Anders ist es bei kräftigen Temperatursprüngen, durch die eine angestrebte Bewegung unterdrückt werden kann. Ein derartiger Reiz hat allerdings fast immer den Erfolg, daß das Blatt dann sehr schnell zugrunde geht, indem die Spreite sich, wie oben beschrieben, plötzlich mit der Blattspitze nach unten einkrümmt.

So bewirkte bei Nr. 56 (Abb. 7) der Temperaturabfall von 13⁰ am 21. nachmittags ein fast vollständiges Unterdrücken der Bewegungen, die wieder begannen, als die Pflanze am 23. 10½

morgens in die ursprüngliche Temperatur zurückversetzt wurde. Die nun folgende Senkbewegung des Blattes wurde daher zu einer ungewöhnlichen Tageszeit am Nachmittag ausgeführt, und

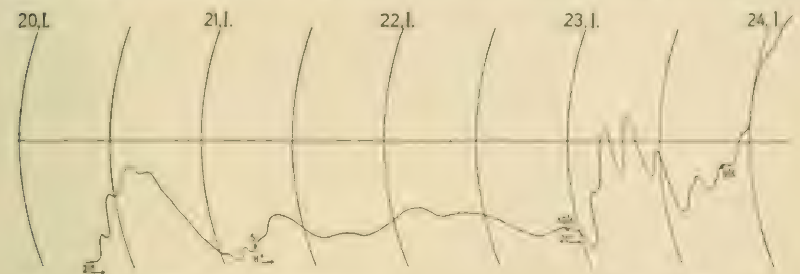


Abb. 7. Kurve 56. Straßburg. 20.—24. I. 13. Etiol. Phas. mult. Dauernde Dunkelheit. Hebel 8½—13½. 20. I.—21. I. 5 nm. 21°. 21. I. 5 nm—23. I. 10½ vm. 8°. 23. I. 10½ vm.—Schluß. 21°. Blatt rollt sich am 24. I. vm. auf.

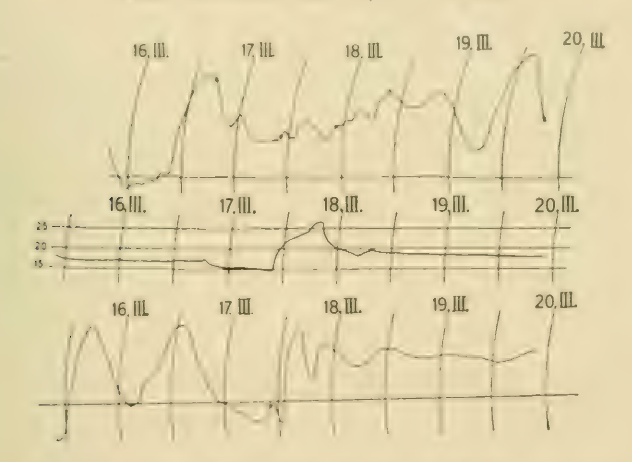


Abb. 8/9. Kurve 38/39. Etiol. Phas. mult. Straßburg. 15—20. III. 12. Hebel 8 : 14. Temperaturkurve des Thermographen zwischen den beiden Bewegungskurven.

gleich darauf begann die Degeneration des Blattes, die sich durch den starken Anstieg der Kurve kundgiebt.

Nr. 55 (Abb. 6) war im Gewächshaus erzogen worden, die Temperaturkurve (Abb. 5) vom 14. bis 17. I. gibt ein Bild der in diesem Raum damals herrschenden Temperaturschwankungen. Trotzdem waren anfänglich die Bewegungen während der konstanten Tem-

peratur bis zum 5. II. $3^1/_2$ Uhr nachmittags durchaus normal. Bei dieser Pflanze löste der Temperaturabfall von 7^0 am 5. II. ebenfalls eine unzeitgemäße Senkbewegung aus, die auch von einer Degeneration des Blattes gefolgt wurde.

Bei Nr. 38 und 39 (Abb. 8), die gleichzeitig angesetzt wurden, war der Temperaturwechsel weniger schroff. Der Abfall von 2^0, am 17. II. von 6 m. bis 10 a. hatte scheinbar keinen Einfluß auf die Bewegungen. Dann folgte der Temperaturanstieg von 12^0 vom 17. II. 10 a. bis 18. II. 8 m. Bei Nr. 38 unterblieb die Senkbewegung fast ganz, bei 39 wurde sie verspätet und sehr beschleunigt nachgeholt. Bei dem nun folgenden Temperaturabfall senkte sich Nr. 38 langsam und kam bei der späteren konstanten Temperatur allmählich wieder in ihren normalen Rhythmus. Nr. 39 gab nach dieser gewaltsamen Störung die Bewegungstätigkeit fast ganz auf.

Es ist aus diesen Beobachtungen sehr schwer zu einer allgemeinen Regel über die Temperatureinflüsse zu gelangen, man muß sie denn sehr allgemein halten. Ich kann daher nur sagen, daß geringe Temperaturschwankungen (2^0 und vielleicht auch noch darüber) in der Bewegungskurve des Blattes überhaupt nicht zur Geltung kommen, plötzliche stärkere Schwankungen dagegen (7^0 eventuell auch schon weniger) die Bewegungstätigkeit des Blattes stark herabsetzen, häufig unzeitgemäße Bewegungen auslösen und dauernd schädigend auf die Blätter wirken.

V. Einfluß der Schwerkraft.

Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Schlafbewegungen der Bohnenblätter liegen schon die interessanten Beobachtungen von Alfred Fischer (1890) vor. Nach seiner Definition gehören die Bohnen zu den geonyktinastischen Pflanzen, als Gegensatz zu den autonyktinastischen, die ihre Bewegungen sowohl auf dem Klinostaten fortsetzen als auch die Richtung der Bewegung nach Inversstellung mit Bezug auf die Pflanze selbst beibehalten. Die geonyktinastischen Pflanzen dagegen stellen nach A. Fischer ihre Bewegungen auf dem Klinostaten ein und behalten bei Inversstellung die Richtung ihrer Bewegungen in bezug auf die Erde bei. Es sollen Übergänge zwischen diesen beiden Gruppen zu finden sein. —

Da nun A. Fischer nicht mit Dunkelpflanzen, sondern am Tageslicht arbeitete, so schien mir zunächst eine Wiederholung dieser Versuche mit etiolierten Blättern in dauernder Dunkelheit erforderlich. — Zu diesem Zweck ließ ich mir einen einfachen Apparat bauen (Abb. 10), der es gestattet, mit leichter Mühe und ohne die Pflanze anfassen zu müssen, den Topf in jeder beliebigen Richtung zu orientieren. Der zum Hebel führende Kokonfaden brauchte nicht nach einer Umstellung neu befestigt zu werden, da die Muffe, die den Hebel hielt, an der Gleitstange oder einem danebenstehenden Stativ ohne Komplikationen auch bei der schwachen Beleuchtung sich leicht verschieben ließ. Der Apparat wird ohne weitere Erklärung aus der Abbildung klar sein. Um der Erde einen Halt zu geben, bekam der Topf eine leichte Gipsdecke. Bei jeder Veränderung der Topfstellung war natürlich eine Neueinstellung des Hebels erforderlich, wodurch vielfach eine kleine Unterbrechung in den Kurven verursacht wurde. Außerdem ist zu beachten, daß die Blätter für jede Stellung eine bestimmte mittlere Gleichgewichtslage haben, die häufig bei Inversstellung eine sehr starke Verschiebung erlitt, so daß sich der Hebel unter einem starken Winkel zur Horizontale neigte. — In den Kurven geben die Pfeile die Topfstellung an: ↑ bedeutet normal aufrecht, ↓ invers, → horizontal derart, daß die Spreite vertikal stand.

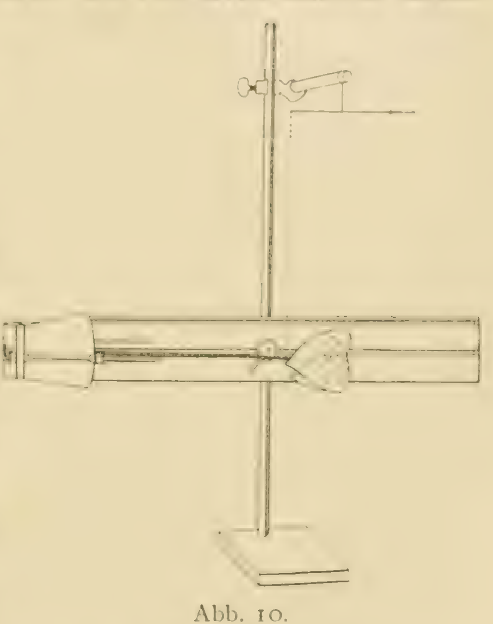


Abb. 10.

Ausnahmslos war die Reaktion nach Veränderung der Topfstellung so, daß die Bewegungsrichtung des Blattes sich änderte, und zwar blieb sie in bezug auf die Erde stets die gleiche.

Dies gilt auch bei der Horizontalstellung der Pflanze, wobei die Blätter die Schwingungen in einer auf der gewöhnlichen Bewegungsrichtung ⊥ stehenden Ebene ausführen. — Die Kurven sind infolgedessen anscheinend ebenso wie eine gewöhnliche Normalkurve.

Abb. 11. Kurve 50. Etiol. Phas. mult. Straßburg 16.—21. V. 1912. Temp. 21°. Hebel 9½ : 10½. Dunkelzimmer. 16. V. 10 m.—18. V. 8 m normal ↑. 18. V. 8 m. bis 19. V. 6 ab. invers ↓. 19. V. 6 ab.—20. V. 10 ab. wieder ↑.

Ferner ist den Versuchen zu entnehmen, daß bei der Inversstellung die Ausschläge, absolut genommen, größer sind als bei der Normalstellung. Nr. 59 (Abb. 13) ist hiervon scheinbar eine Ausnahme. Ich glaube aber, daß hier das Abschwellen der Bewegung auf das zunehmende Alter des Blattes zurückzuführen ist. Alle übrigen Kurven zeigen in der Inversstellung die größten Ausschläge.

Das Wichtigste aus den Resultaten dieser Versuche ist aber, daß die Blattspitze, in welcher Lage sich auch das Blatt immer befindet, sich stets in den Morgenstunden am meisten der Erde zuneigt. Nach dieser Erfahrung war der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, daß es eben diese geringen Schwankungen der Erdschwere sind, die die Bewegungen zeitlich regulieren. Versuche auf dem Klinostaten und der Zentrifuge mußten den Sachverhalt klären. — .

Für die Versuche auf dem Klinostaten nahm ich aus metho-

dischen Gründen nicht ganze Pflanzen, sondern einzelne Blätter, die, in Wasser gestellt, ihre Bewegungen fast unvermindert fortsetzen, wie mir aus früheren Versuchen bekannt war. Von einer automatischen Registrierung mußte leider abgesehen werden, es mußte dafür die Methode der direkten Beobachtung ange-

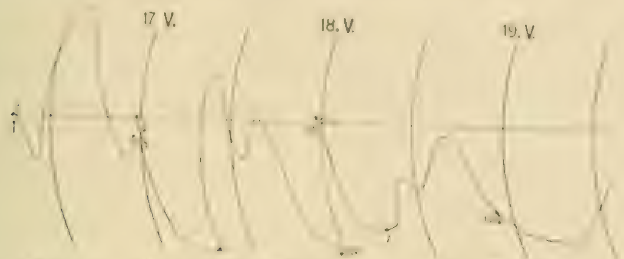


Abb. 12. Kurve 58. Etiol. Phas. mult. Basel 1913. Temp. 16,9—18,5°. Hebel 8:13. 16. V. 7 a.—17. V. 11 vm. normal aufrecht ↑. 17. V. 11 vm.—18. V. 11¼ vm. invers ↓. 18. V. 11½—Schluß. Pfl. und Blattrippen horizontal.

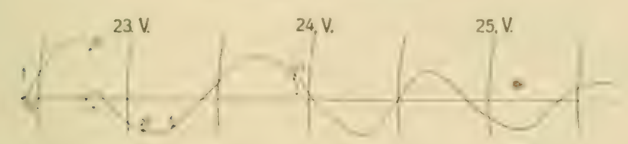


Abb. 13. Kurve 59. Etiol. Phas. mult. Basel 1913. Temp. 16,9—18,5°. Hebel 8 : 13. Dunkelzimmer. 22. V. 10¼—23. V. 6½ Pfl. normal ↑. 22. V. 6½ m.—24. V. 10½ m. Blattstiel und Blattrippe horizontal →. 24. V. 10½ m.—Schluß invers ↓.

wendet werden. Aus begreiflichen Gründen sind die Versuche daher nicht oft wiederholt, es wurden dafür aber jedesmal eine größere Anzahl von Blättern gleichzeitig verwendet. — Die Anordnung war derart, daß auf einer Korkscheibe 8 bis 10 3 cm lange Gläschen angeklebt wurden. In jedes dieser Gläschen wurde mit Hilfe eines durchlochten Gummistopfens ein Blatt befestigt. Der Blattstiel steckte an sich in dem Loch schon ziemlich fest, doch wurden die Ritzen noch völlig durch eine Hülle von Kakaobutter verklebt, die den ganzen Stopfen und den oberen Glasrand bedeckte. Die Korkscheibe wurde auf dem Messingteller der Klinostatenachse befestigt. Auf diese

Weise ging kein Wasser bei der Rotation verloren, und die vorhandene Menge genügte für die Versuchsdauer. — Um die Bewegung zu beobachten, war hinter jedem Blatt ein Winkelmesser befestigt, so, daß die Blattbasis möglichst im Mittelpunkt desselben orientiert war. Die Stellung der Blattspitze ließ sich dann relativ schnell bestimmen, und die gefundenen Zahlen ergaben wenigstens näherungsweise ein Bild der Blattbewegungen.

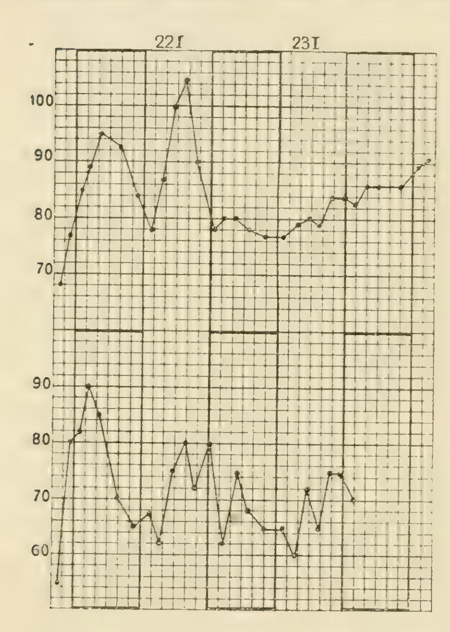


Abb. 14. Klinostatenversuch. Blattstiel ⊥ zur horizontralen Klinostatenachse. Versuch 1 u. 8 von Tab. 1.

Die Versuche wurden sowohl so angestellt, daß der Blattstiel parallel zur horizontalen Klinostatenachse orientiert war, als auch senkrecht zu derselben. Letzteres wurde erreicht, indem die Gläschen parallel mit der Korkscheibe auf kleinen Stützen angeklebt wurden. Die Resultate dieser beiden Versuchsreihen sind verschieden. —

War die Richtung des Blattstieles und auch die Medianebene des Blattes senkrecht zur horizontalen Klinostatenachse, so stimmten meine Versuchsresultate mit denjenigen A. Fischers gut überein, die er mit intakten Pflanzen bei Tageslicht auf dem Klinostaten rotierend erhalten hatte. Die Blätter gaben die Periodizität ihrer Bewegung gleich oder nach 24 Stunden auf (Kurve 1 und 8, Abb. 14), und die Bewegung wurde dann entweder überhaupt sehr schwach, oder es läßt sich wenigstens keine feste Periodizität derselben mehr erkennen. Die folgenden Kurven sind so gezeichnet, daß entsprechend den selbstregistrierten ein Senken des Blattes durch einen Anstieg der Kurve, das Heben desselben durch einen Abfall derselben zu erkennen ist. Die verstärkten Vertikalstriche fallen auf die Stunden 6 Uhr mor-

gens und 6 Uhr abends, die Nachtzeit ist durch den kräftigen Horizontalstrich kenntlich. Kurve 1 und 8 entsprechen den Bewegungen der Pflanzen 1 und 8 der Tabelle 1. Die übrigen Blätter dieses Versuches geben Bewegungskurven mit entsprechenden Störungen in der Periodizität.

Tabelle I.

Klinostatenversuch 1. Etiolierte Bohnenblätter im Dunkelzimmer vom 21.—24. I. am Klinostaten rotiert, der Blattstiel ⊥ zur horizontalen Klinostatenachse orientiert. + bedeutet ein Sinken des Blattes; — ein Heben, entsprechend der Wiedergabe in den Kurven.

Datum	Bewegungen in der Zeit von — bis	Pflanze Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8
21. I.	3—5	+ 9	+ 11	+ 5	+ 13	+ 20			+ 25
	5—7	+ 8	+ 3	— 12	+ 7	+ 20			+ 2
	7—8½	+ 4	— 2	— 3	— 4	— 5			+ 8
	8½—10½	+ 6	+ 6	— 7	+ 1	+ 2			— 5
22. I.	10½—2	— 2	— 6	+ 1	— 10	+ 3	Geschwister		— 15
	2—5	— 9	— 1	+ 2	— 2	— 18	+ 12	+ 2	— 5
	5—7½	— 6	+ 1	— 3	0	+ 12	+ 4	0	+ 2
	7½—9½	+ 9	+ 4	— 4	— 1	— 7	— 1	+ 1	— 5
	9½—11½	+ 13	0	+ 3	— 2	— 2	+ 3	+ 6	+ 13
	11½—1½	+ 5	+ 3	+ 2	0	— 11	+ 5	+ 1	+ 5
	1½—3½	— 15	+ 1	0	— 2	0	+ 2	0	— 8
	3½—6½	— 12	0	— 7	— 1	+ 12	+ 2	+ 4	+ 8
	6½—8½	+ 2	— 2	— 4	— 1	— 3	+ 1	— 7	— 18
	8½—10½	0	0	+ 1	+ 4	— 3	+ 2	+ 1	+ 13
23. I.	10½—1	— 2	— 1	— 5	— 4	— 10	— 4	+ 4	— 7
	1—4	— 1	— 3	0	+ 2	— 7	— 6	+ 2	— 3
	4—7	0	— 3	— 5	0	0	— 7	— 10	0
	7—9½	+ 2	+ 3	+ 1	— 2	— 1	1	— 1	— 5
	9½—11½	+ 1	— 4	+ 2	— 1	+ 1	— 2	— 2	+ 12
	11½—1½	— 1	+ 1	+ 1	0	+ 2	0	+ 1	— 13
	1½—3½	+ 5	+ 3	+ 2	+ 1	+ 10	+ 2	+ 4	— 10
	3½—6	0	+ 1	— 1	+ 1	— 1	0	aufgerollt	0
	6—8	— 1	— 3	+ 1	— 3	— 4	+ 3		— 5
	8—10	+ 3	+ 2	+ 3	+ 1	+ 2	+ 1		welk und tordiert
	10—12	0	— 1	— 1	0	— 7	— 1		
24. I.	12—4	0	— 1	+ 2	0	— 5	welk		
	4—7	+ 3	0	+ 6	0	+ 5			
	7—9	+ 2	— 1	— 1	— 2	— 5			

Tabelle II.

Klinostatenversuch 2. Etiolierte Bohnenblätter im Dunkelzimmer rotiert 11.—15. I. 14. Basel. Blattstiel // mit der horizontalen Klinostatenachse orientiert.

Datum	Bewegungen in der Zeit von — bis	Pflanze Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9
11. I.	11½—12	0	+ 4	0	+ 5	+ 2	0	+ 3	+ 3	— 6
	12—1½	+ 10	+ 9	— 14	0	+ 5	+ 9	+ 10	+ 1	+ 1
	1½—3	+ 4	+ 2	0	+ 4	— 9	+ 9	+ 7	— 6	+ 4
	3—4½	+ 6	+ 2	+ 2	+ 6	+ 3	+ 12	0	— 7	+ 3
	4½—6	0	— 3	— 3	+ 6	+ 4	— 2	— 9	— 3	+ 3
	6—7	+ 2	— 2	— 2	+ 5	— 2	— 6	— 1	— 8	+ 1
	7—8½	+ 2	+ 6	— 3	+ 6	— 6	— 2	— 3	+ 2	+ 8
	8½—10¼	+ 3	+ 6	— 1	— 1	— 2	— 3	— 4	0	— 3
12. I.	10¼—5½	— 9	— 19	— 11	— 21	— 7	— 14	— 20	— 9	— 19
	5½—8¾	+ 2	+ 6	+ 5	+ 9	+ 9	+ 10	+ 11	+ 12	+ 12
	8¾—10¼	+ 5	+ 7	+ 9	+ 2	+ 3	+ 8	+ 15	+ 1	+ 3
	10¼—12	— 1	0	— 4	+ 4	+ 5	— 13	+ 6	+ 1	+ 9
	12—1½	— 1	+ 6	0	+ 4	0	— 6	+ 5	+ 3	+ 2
	1½—3	+ 1	— 6	— 4	— 7	+ 1	— 2	— 14	+ 3	+ 2
	3—4½	+ 2	+ 2	— 1	— 5	— 3	+ 5	+ 6	— 1	0
	4½—6	+ 1	— 5	+ 5	+ 3	0	— 10	— 11	— 1	— 8
	6—7	— 1	0	— 3	— 2	— 2	— 2	— 10	0	— 9
	7—8½	0	0	— 3	— 8	— 5	+ 14	+ 5	— 1	— 1
	8½—10	— 3	0	— 2	+ 4	— 6	+ 8	— 15	— 4	— 4
	10—12	— 2	0	— 5	— 5	0	— 12	0	0	— 1
13. I.	12—4	+ 1	— 2	— 7	+ 11	— 5	0	— 2	+ 4	— 4
	4—5½	— 6	0	— 5	+ 4	0	— 1	— 4	— 1	+ 2
	5½—7	— 1	— 1	0	— 2	+ 1	— 3	+ 3	+ 1	+ 2
	7—9	+ 7	+ 9	+ 19	— 9	+ 6	+ 4	+ 4	0	+ 6
	9—10½	— 6	0	+ 1	+ 4	0	+ 1	+ 10	+ 1	+ 3
	10½—12	+ 2	+ 2	— 1	0	+ 2	+ 6	+ 12	— 5	+ 2
	12—1½	+ 3	— 2	— 1	— 1	+ 4	— 5	+ 4	— 4	+ 5
	1½—3	+ 3	0	0	0	+ 3	— 7	— 5	+ 3	+ 7
	3—5	+ 1	0	+ 13	+ 1	0	+ 1	— 16	+ 2	+ 8
	5—6	— 3	+ 1	+ 7	— 1	— 3	0	— 2	+ 3	— 5
	6—7	+ 3	— 2	— 1	— 3	— 4	+ 6	— 5	0	+ 2
	7—10	— 3	— 4	+ 1	0	— 3	— 2	— 7	0	— 5
14. I.	10—9	— 15	— 7	— 14	— 6	+ 2	— 8	+ 2	+ 4	— 22
	9—10½	— 2	+ 4	+ 2	+ 3	+ 5	+ 5	+ 10	+ 1	— 2
	10½—12	+ 6	0	+ 7	+ 4	+ 3	+ 9	+ 10	— 3	0
	12—2	+ 11	+ 7	+ 3	+ 3	+ 1	+ 1	+ 7	— 1	+ 3
	2—4	+ 6	+ 6	+ 1	— 4	+ 1	— 5	— 4	welk	+ 9
	4—6	+ 4	+ 2	+ 4	+ 10	+ 4	0	— 5		+ 4
	6—7	+ 6	— 4	— 2	0	— 7	+ 4	— 13		0
15. I.	7—9	— 18	— 9	— 25	— 8	— 16	— 9	— 19		— 19
	9—11	0	0	+ 7	+ 14	+ 4	+ 5	+ 5		+ 7
	11—1	+ 4	— 3	+ 7	— 5	0	0	+ 9		— 3
	1—3	+ 2	+ 8	+ 8	+ 2	+ 5	+ 4	+ 8		+ 3

Das Ergebnis der Versuche war abweichend von den bisherigen, sobald die Blätter so montiert waren, daß der Blattstiel ∥ mit der horizontalen Klinostatenachse stand. Von den 9 untersuchten Pflanzen ist bei Nr. 2, 3, 5, 7 und 9 (Tab. 2) die Periodizität, wenn auch etwas gestört, so doch deutlich wahrnehmbar, aber um etwa 12 Stunden gegenüber der normalen Bewegung verschoben. Nr. 8 stellte ihre Bewegungen überhaupt ziemlich bald ein und welkte nach 3 × 24 Stunden. Bei Nr. 1, 4 und 6 ist die Periodizität nicht deutlich erkennbar. — Die Bewegungen von Blatt Nr. 5 sind in Kurve 5 (Abb. 15) wiedergegeben.

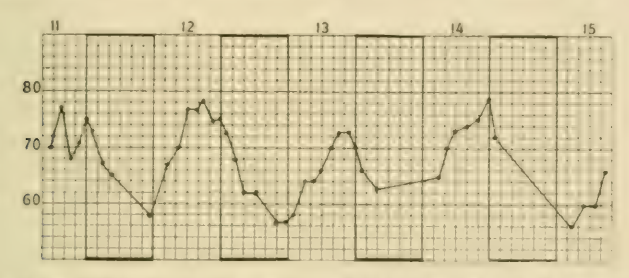


Abb. 15. Klinostatenversuch. Blattstiel ∥ zur horizontalen Klinostatenachse. Versuch No. 5 von Tab. 2.

Die nun folgenden Versuche sollten entscheiden, wie die Bewegungen der Blätter ausfallen bei einem gleichmäßig wirkenden Reiz von $g > 1$. Es wurde eine Fliehkraft von zirka 5 g angewendet, und zwar so, daß diese Kraft in der Blattstielrichtung angriff, also entsprechend den Klinostatenversuchen 1. Die Blätter waren wie in den obigen Versuchen in Glasröhrchen mit Gummistopfen befestigt, aber die Korkscheibe wurde in einer Blechtrommel festgeklemmt, die durch einen Elektromotor an einer senkrechten Achse in Bewegung gesetzt wurde. Die Blechtrommel ließ sich mit Hilfe von Fließpapier immer feucht halten. Die Blätter waren im Innern derselben teils so befestigt, daß der Stiel nach außen, die Spreite nach innen wies, der Reiz also in der Richtung des absteigenden Saftstromes, demnach proximal wirkte; oder aber die Pflanzen wurden mit der Spreite nach außen befestigt, sie wurden also distal gereizt. Von einer absoluten Genauigkeit der Ablesungen kann in diesen Schleuderversuchen noch weniger die Rede sein als bei den Klinostaten-

versuchen, da eine Verschiebung oder Torsion des Blattes hier noch viel leichter stattfand. Die Versuche wurden 3 mal wiederholt, im ganzen mit 27 Blättern. Die Resultate dieser 3 Serien stimmen nicht vollkommen überein, doch können die wesentlichsten Punkte als durch diese Versuche erwiesen betrachtet werden.

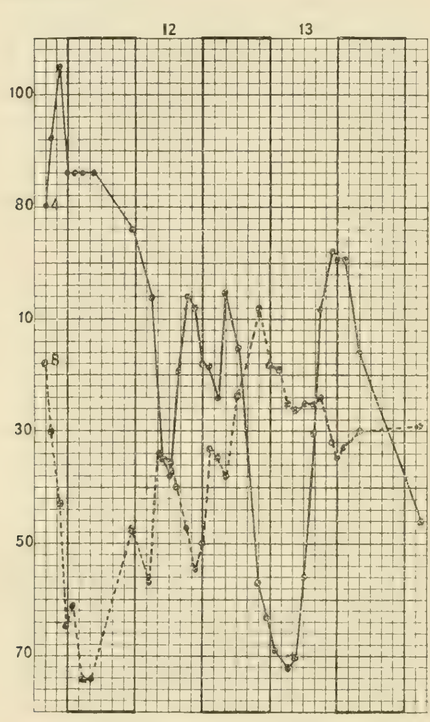


Abb. 16. Schleuderversuch. Serie 2. No. 4 u. 8. Geschwisterblätter. 4 distal gereizt, 8 proximal gereizt. Vom 13. I. 10 ab. wurde mit dem Schleudern aufgehört.

Schon bei Serie 1 zeigte sich ein unverkennbarer Gegensatz zwischen den proximal und den distal gereizten Blättern, indem die Bewegungsrichtung beider im wesentlichen immer gerade entgegengesetzt war. Anklänge an die 24stündige Periodizität waren zwar deutlich, aber das Ausmaß der Bewegungen nur gering.

Ein sehr viel klareres Bild gab Serie 2. Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, daß die distal gereizten Blätter die rhythmische Bewegung länger fortsetzen und dabei größere Winkel durchmessen als die proximal gereizten. Wo sich bei den letzteren in den ersten Tagen noch Anklänge an eine Periodizität der Bewegungen erkennen lassen, stimmen die Perioden in ihrem zeitlichen Verlauf mit denjenigen der normalen Dunkelpflanzen überein. Bei den distal gereizten Blättern dagegen ist der Gipfel der Kurve etwa um 12 Stunden gegenüber dem normalen Zeitpunkt verschoben, also wie bei der Inversstellung und bei den Klinostatenversuchen Nr. 2, wo der Blattstiel // mit der horizontalen Achse orientiert war.

In Serie 3 waren bei der gleichen Versuchsanstellung die Blätter laut Protokoll nicht so kräftig, die Resultate infolgedessen verwischt.

Ich sehe davon ab, die Tabellen dieser Zentrifugalversuche alle wiederzugeben. Die Kurven zweier Geschwisterblätter aus Serie zwei, ein proximal und ein distal gereiztes mögen als Belege genügen (Abb. 16). Das distal gereizte Blatt Nr. 4 änderte zunächst sehr stark seine mittlere Lage. Andere Blätter der gleichen Serie gaben gleichmäßigere Kurven. Nr. 8 wurde proximal gereizt und erreichte am 13. morgens die tiefste Schlafstellung gleichzeitig mit den normalen Blättern. In einigen andern Kurven ist dies Zusammenfallen etwas ausgeprägter, im ganzen aber erleidet die Periodizität der Bewegungen bei dieser Aufstellung sehr viel stärkere Störungen als bei der inversen. Wie schon aus den beiden Kurven 4 und 8 zu ersehen ist, machen die distal gereizten Blätter wesentlich kräftigere und regelmäßigere Schwingungen als die proximal gereizten.

Überblicken wir die Resultate dieser verschiedenen Versuche hinsichtlich des Einflusses der Schwerkraft auf die Bewegungen, so geht aus ihnen zunächst hervor, daß die Angriffsrichtung dieser Kraft maßgebend ist für die Richtung der Bewegungen. Dies ist bewiesen durch die ersten Umkehrversuche und die Ergebnisse der proximal und distal gereizten Blätter auf der Zentrifuge.

Ferner erwecken die meisten Versuche den Eindruck, daß der Schwerereiz in der Richtung, die der normalen entgegengesetzt ist, stärker empfunden wird, da bei Inversstellung der Pflanze als auch bei distaler Reizung auf der Zentrifuge größere Winkel von dem Blatt durchmessen werden als bei normaler Stellung oder proximalem Reiz auf der Zentrifuge.

Diese ungleichwertige Empfindlichkeit für den Reiz der Schwerkraft in den beiden entgegengesetzten Stellungen ist möglicherweise schon die Ursache für das Zustandekommen der periodischen Bewegungen bei dem Klinostatenversuch 2, bei dem der Blattstiel parallel mit der Achse orientiert war. Da das Gelenk nicht die gerade Fortsetzung des Blattstiels ist, sondern ein Knie bildet, so wird bei der Rotation der gebogene Teil des Gelenkes in der einen Hälfte der Umdrehung nach

oben, in der andern nach unten weisen. Ist nun aber die Empfindlichkeit des Gelenkes in diesen beiden Stellungen nicht gleich stark, so wird stets in der einen Stellung — demnach, wenn die Blattspitze nach unten weist — ein Reizüberschuß gegenüber der anderen Stellung, wenn die Blattspitze nach oben weist, vorhanden sein. Es ist denkbar, daß dieser intermittierend wirkende Reizüberschuß infolge der Summation genügt, um die Periodizität der Bewegungen auszulösen, wie bei Inversstellung der Pflanze.

Daß ein einseitig wirkender Schwerereiz unentbehrlich ist für das Zustandekommen der Bewegungen, entnehme ich den Ergebnissen des Klinostatenversuches 1, bei dem die Blattstiele senkrecht zur horizontalen Achse standen. Die Bewegungen der Blätter wurden in diesem Fall aperiodisch. Auch bei dieser Aufstellung ist zwar das Knie des Gelenkes während der einen halben Umdrehung nach oben, in der andern halben nach unten gerichtet. Ein Unterschied gegenüber dem obigen Versuch liegt aber darin, daß in diesem Fall die Medianebene des Blattes parallel mit der Rotationsebene, im obigen aber senkrecht zu derselben stand.

Hinsichtlich des Zustandekommens der Periodizität der Bewegungen beweisen die Zentrifugalversuche, daß der Grund hierfür nicht in den direkt wirkenden Schwankungen der Erdschwere liegen kann. Es muß ein diffus wirkender Reiz für den zeitlichen Verlauf der Bewegungen verantwortlich gemacht werden, es sei denn, daß die Periodizität in ihrer zeitlichen Fixierung von der Mutterpflanze auf den Samen übertragen wird und latent in diesem fortbesteht, bis sie sich in den Bewegungen der Blätter der Nachkommen wieder äußert. Liegt dieser Fall vor, so müßten die Kinder stets eine erbliche Anlage haben für die zeitliche Orientierung ihrer Bewegungen, die derjenigen der Mutterpflanze entspricht. Diese aber wechselt mit dem Längengrad der Erde, auf dem die Pflanze wächst. Diese Möglichkeit sollten die folgenden Versuche in der einen oder der andern Richtung entscheiden.

VI. Über die Erblichkeit der Schlafbewegungen.

Wie aus den Versuchen im vorigen Abschnitt hervorgeht, muß die zeitliche Bestimmung der Schlafbewegungen von einem

uns bisher unbekannten Faktor abhangen. — Ob es sich dabei um eine erblich überkommene Eigenschaft oder um einen von dem Individuum selbst empfundenen Reiz handelt, ist für die Analyse des Vorgangs selbst weniger von Bedeutung, denn wenn dieser unbekannte Faktor schon auf die Voreltern gewirkt hatte, so werden auch die Kinder nicht von ihm verschont.

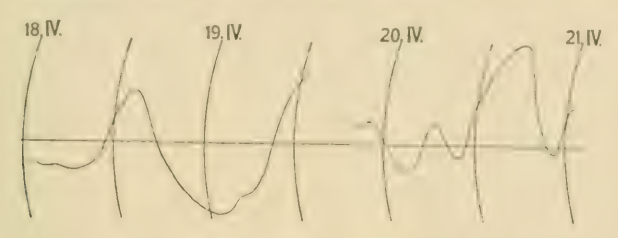


Abb. 17. Kurve 109. Phas. mult. Saat aus Amerika. Basel. 18.—21. IV. 14. Dunkelzimmer. Temp. 20:21°. Hebel 8½:13. Etiol. Pfl. Normalkurve.

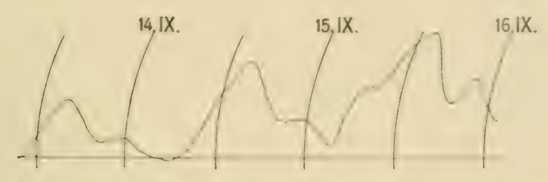


Abb. 18. Kurve 183. Phas. mult. Saat aus Java. Basel. 13.—16. IX. 15. Temp. 16°. Hebel 11:11,5. Normalkurve. Etiolierte Pfl. Dunkelzimmer.

Trotzdem mußte ich mir für die ferneren Versuche darüber klar werden, inwiefern erbliche Einflüsse zu berücksichtigen sind. Den Entscheid hierüber mußten solche Pflanzen bringen, deren Saat in einem Kontinent gereift war, der sich um eine möglichst große Stundenzahl von der europäischen Zeit unterscheidet. Ich wählte daher Saatgut javanischen und amerikanischen Ursprungs[1]. Die beiden beigegebenen Kurven (Abb. 17 und 18) zeigen, daß sich der Rhythmus dieser Pflanzen, die in Dunkelheit erzogen wurden, in keiner Weise von dem unserer europäischen Bohnen unterscheidet.

[1]) Für Übersendung des ersteren bin ich Herrn Dr. v. Faber in Buitenzorg, für die des letzteren Mrs. Fieldbrave, geb. Albrecht in Chicago, zu Dank verpflichtet.

Wenn also eine zeitlich fixierte erbliche Periodizität existieren sollte, so ist sie so schwach ausgeprägt oder der maßgebende unbekannte Faktor jeweils so intensiv, daß die Frage der erblich fixierten Periodizität für die folgenden Versuche als Fehlerquelle nicht berücksichtigt zu werden braucht.

VII. Die atmosphärische Elektrizität.

Aus den bisherigen Versuchen war hervorgegangen, daß für die zeitliche Fixierung der periodischen Bewegungen weder das Licht, noch Schwankungen der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, des Barometerdruckes oder der Schwerkraft verantwortlich zu machen sind, ebenso, daß die Perioden nicht durch Vererbung zeitlich festgelegt sind, es blieb nun noch als der einzige unter den gegebenen Versuchsbedingungen periodisch wirkende Faktor die Erscheinungen der Luftelektrizität übrig.

Da die neueren Erfahrungen auf dem Gebiet der atmosphärischen Elektrizität nicht so sehr bekannt sein dürften, so sollen zunächst die wichtigsten Punkte in diesem Abschnitt kurz dargestellt werden. Eingehenderes darüber ist zu finden bei Kähler in dem Bändchen über Luftelektrizität aus der Sammlung Göschen, sowie bei Mache und Schweidler: Die atmosphärische Elektrizität, Heft 30 der Sammlung: Die Wissenschaft.

Bei Besprechung der Luftelektrizität müssen zwei verschiedene Erscheinungen berücksichtigt werden, das Potentialgefälle und die Leitfähigkeit der Atmosphäre. Beide Faktoren zusammen bedingen alsdann die Vertikalströme.

Zahlreiche Versuche an verschiedenen Orten haben ergeben, daß Leitfähigkeit und Potentialgefälle in ihren Größen inkonstante Faktoren sind. Die meisten Resultate sind durch direkte Beobachtung gewonnen worden und beziehen sich demzufolge hauptsächlich nur auf die Tagesstunden. Für die vorliegenden Untersuchungen sind aber gerade die Nachtbeobachtungen von der größten Wichtigkeit. Diese sind durch automatisch registrierende Apparate festgestellt. Die Methodik dieser Untersuchungen ist in den beiden oben genannten Bändchen beschrieben. —

Trotz großer Übereinstimmung der Hauptzüge in den Resultaten über die Leitfähigkeit der Atmosphäre an verschiedenen

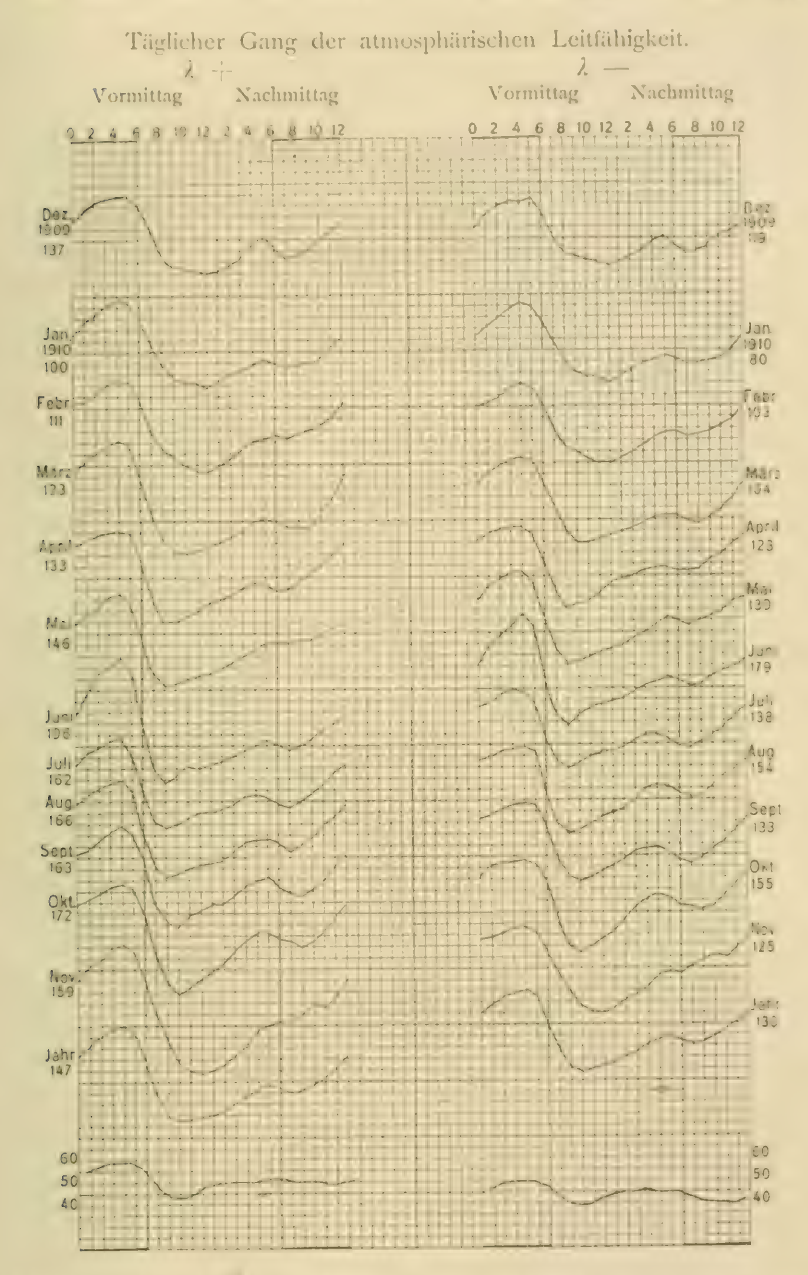


Abb. 19. Die beiden untersten Kurven tägliche Schwankungen der Leitfähigkeit berechnet aus dem Jahresmittel nach Kähler aus den »Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam« im Jahre 1911. 1 Teilstrich $= 5 \times 10^{-6}$ E. S. E. Die beiden darüberstehenden Kurven dieselben Angaben von Davos nach Dorno: »Studie über Licht und Luft im Hochgebirge« Abb. 10. Die obersten Kurven tägliche Schwankungen der Leitfähigkeit in Davos in den einzelnen Monaten. 1 Teilstrich $= 20 \times 10^{-6}$ E. S. E. Die Zahlen am Rande bedeuten das Monatsmittel.

Orten finden sich doch nicht unwesentliche lokale Unterschiede. Da für Basel keine Tabellen oder Kurven vorliegen, werden die Beobachtungen von Davos und Potsdam den folgenden Ausführungen zugrunde gelegt werden.

Die tagesperiodischen Schwankungen sind zu ersehen aus den vorstehenden Kurven (Abb. 19), die aus Dorno, Licht und Luft im Hochgebirge kopiert, die Davoser Verhältnisse für jeden einzelnen Monat für $\lambda +$ und $\lambda -$, sowie für das Jahresmittel angeben. Die beiden untersten Kurven stammen von Kähler, 1911, und sind das Jahresmittel seiner Untersuchung Oktober 1909 bis Oktober 1910 in Potsdam.

An beiden Orten liegt das Maximum der Zerstreuung, also der Leitfähigkeit der Atmosphäre, im Mittel morgens 4 Uhr. Der absolute Wert derselben, sowie die Größe der Schwankungen sind in Davos höher als in Potsdam. An beiden Orten ist die positive Zerstreuung größer als die negative. 1910 war der Wert in Potsdam für $\lambda + = 0{,}51 \times 10^{-4}$ ESE[1], für $\lambda -$ $0{,}44 \times 10^{-4}$ ESE, also für $\lambda_{+} + \lambda - = 0{,}95 \times 10^{-4}$ ESE, während der gleiche Wert für Davos $2{,}8 \times 10^{-4}$ ESE betrug. Mit der Erhebung über den Meeresspiegel nimmt der Wert für die Leitfähigkeit wesentlich zu.

Die tagesperiodischen Schwankungen, die morgens ihr Maximum, im Laufe des Vormittags ihr Minimum haben, sind den übrigen Teil des Tages unregelmäßiger. Meist ist in den Mittagsstunden ein zweites, kleineres Maximum und gegen Abend ein zweites, schwaches Minimum festzustellen, wonach dann der Anstieg zum Hauptmaximum, das am frühen Morgen erreicht wird, einsetzt.

Außer dieser Tagesperiodizität ist dann noch eine Jahresperiodizität der Leitfähigkeit vorhanden (Abb. 20). Ein ausgesprochenes Minimum liegt Ende Dezember; dann steigt die Kurve zuerst schnell, von März ab sanfter an. Im Juli wird das Maximum erreicht. Dann fällt die Kurve zuerst steiler, dann flacher ab. Die jahresperiodischen Kurven von Davos nach Dorno und von Potsdam nach Kähler sind ebenfalls zur Erläuterung beigegeben.

Der zweite Faktor, das Potentialgefälle, interessiert für die

[1]) Elektrostatische Einheiten.

vorliegende Arbeit weniger. In normalen Zeiten ist die Atmosphäre + geladen gegenüber der Erde. Die Potentialdifferenz beträgt durchschnittlich 100 Volt pro m. Stellen wir uns also einen Baum von 20 m Höhe vor, so besteht zwischen Wipfel und Wurzel desselben eine mittlere Potentialdifferenz von 2000 Volt, wofern sich die Potentialebenen nicht über den Wipfel des Baumes erheben. Auf alle Fälle werden aber die Baumkronen durch den in höheren Regionen meist herrschenden Luftzug leicht in eine Atmosphäre von ganz abweichendem Potential gebracht werden. — Die Potentialdifferenz schwankt auch im Lauf des Tages, sowie des Jahres und zwar derart, daß die Kurven denjenigen der Leitfähigkeit ungefähr entgegengesetzt verlaufen. Die Potentialdifferenzen sind nachts am geringsten, im Lauf des Tages am größten, und die Jahreskurve fällt vom Winter zum Sommer ab (Siehe die Kurve von Davos und Potsdam).

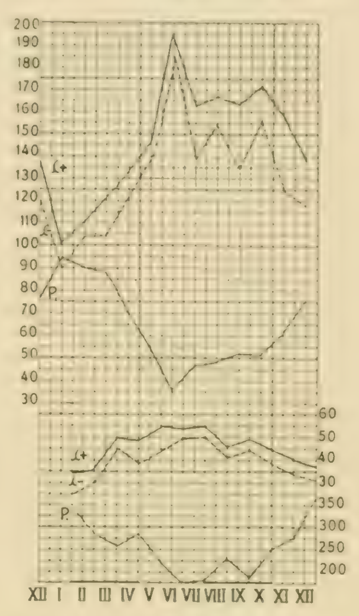


Abb. 20. Jahreskurve der Leitfähigkeit der Atmosphäre $\lambda +$ u. $\lambda -$ u. des luftelektrischen Potentialgefälles P nach Monatsmitteln. Die 3 oberen Kurven kopiert aus Dorno: »Studie über Licht und Luft im Hochgebirge« Fig. 11. 1 Teilstrich = 10×10^{-6} E. S. E. bzw. Voltmeter. Die 3 unteren Kurven aus den »Ergebnissen der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam« im Jahre 1911, S. XVIII, Fig. 6.

Da die folgenden Untersuchungen an Bohnenpflanzen in geschlossenen Räumen — Keller, Zimmer oder Gewächshaus — ausgeführt wurden, kamen die Potentialdifferenzen nicht in Betracht, denn die Potentialebenen passen sich den Erhebungen der Erdoberfläche an, so daß im Innern eines Gebäudes keine Spannungsunterschiede der verschiedenen Luftschichten bestehen. Es konnte also nur die Leitfähigkeit der Atmosphäre von Einfluß sein für die Bewegungen,

und ein Vergleich der Leitfähigkeitskurve mit der Normalkurve eines Bohnenblattes im Dunkeln (s. Kurve 177, S. 616) zeigt auch eine große Ähnlichkeit beider. Hier wie dort liegt das Maximum in den frühen Morgenstunden, das Hauptminimum vormittags. Die folgenden Versuche sollen nun entscheiden, ob diese Ähnlichkeit der Kurven auf einem kausalen Zusammenhang beruht.

VIII. Einfluß der Elektrizität auf die periodischen Bewegungen der Bohnenblätter.

a) Versuche mit etiolierten Pflanzen.

Nachdem aus den soweit mitgeteilten Versuchen hervorgegangen war, daß keiner der bisher beachteten Reize verantwortlich zu machen ist für den zeitlichen Verlauf der Schlafbewegungen der Phaseolusblätter, dagegen eine große Ähnlichkeit der normalen Dunkelkurve eines Bohnenblattes mit der Kurve der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre festgestellt wurde, ergab sich die Frage, in welcher Weise ein innerer Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen bestehen könnte. Die Überlegung, daß, wenn die Bewegungen der Blätter durch die Leitfähigkeit der Atmosphäre reguliert wurden, die Pflanze auf einem Potential sein müsse, das dem der Atmosphäre nicht ganz gleich kam, war der Ausgangspunkt für meine ersten Versuche.

Ich gebe die Kurve des ersten Vorversuches wieder, aus der am besten hervorgeht, daß etwas Richtiges meinen Vermutungen zugrunde lag (Abb. 21). Es handelte sich um eine etiolierte Pflanze, und der Versuch wurde auch weiter im Dunkelzimmer ausgeführt. Da die Bohne gesund aussah, und es sich nur um einen Vorversuch handelte, so hatte ich von dem Blatt zunächst keine Normalkurve schreiben lassen. Die Pflanze wurde gleich auf mehrfachen Glasunterlagen, die jeweils durch Korkfüßchen getrennt waren, in einer großen Zinkwanne mitsamt dem Registrierapparat aufgestellt. Die Zinkwanne selbst stand auch auf Glas und Korkfüßen isoliert. Zum Schluß wurde ein großes Drahtgitter über die Apparatur gestülpt und so in die Zinkwanne gesetzt, daß Drahtnetz und Wanne überall leitend verbunden, aber isoliert von der Pflanze im Innern waren. Durch

Anschluß an die Gasleitung wurde das Gitter geerdet. Auf diese Weise wollte ich verhindern, daß die elektrische Ladung der Atmosphäre zu der Pflanze gelangen konnte. Der Versuch begann am 15. I. abends. Am nächsten Morgen $9^1/_2$ Uhr hatte das Blatt eine deutliche, wenn auch verspätete Schlafbewegung eingeleitet. Ich nahm daher das Gitter auf, goß die Pflanze und leitete vorübergehend durch eine Drahtverbindung von der Blattspitze und dem Topf zu dem Gitter die auf der Pflanze



Abb. 21. Kurve 84. Etiol. Phas. mult. Basel. 15.—19. I. 14. Dunkelzimmer. Temp. 18—19°. Hebel $8^1/_2 : 12^1/_2$. Pfl. am 15. I. isoliert stehend in weitmaschigem, geerdeten Drahtgitter aufgestellt. 16. I. neu angesetzt u. den Topf einige Minuten mit dem Drahtgitter verbunden u. so etwa vorhandene statische Elektrizität abgeleitet. Dann Pfl. im Innern des Gitters isoliert stehend belassen bis zum 17. I. 6 a. Hierauf Gitter fortgenommen u. Drahtverbindung von der Erde zur Pfl. hergestellt. Um $10^1/_2$ ab. auch von der Blattgabel zur Erde eine Verbindung angelegt. So bis zum Schluß.

etwa vorhandene Elektrizität ab. Der Erfolg schien nunmehr die Richtigkeit meiner Annahme zu bestätigen. Die Bewegung blieb am 16./17. I. nachts aus, setzte aber wieder ein, als ich am 17. I., 6 Uhr abends, das Gitter fortnahm und den Topf leitend mit der Erde verband. Die Bewegung, die nun zustande kam, war zwar geringer als die frühere, auch zeitlich verschoben, aber sie war doch nach Beseitigung des Gitters und Wiederherstellung der Erdverbindung wiedergekommen.

Dieser Versuch wurde nun sehr oft wiederholt, doch will ich weiter keine der sehr zahlreichen Kurven wiedergeben, da ich keine einheitlichen Resultate erhielt. Eine vorübergehende Störung in den Bewegungen war zwar fast ausnahmslos zu merken; aber nur in einigen Fällen gaben die Pflanzen ihre periodischen Bewegungen allmählich ganz auf, in anderen Fällen dagegen erholten sie sich scheinbar schnell von diesem Eingriff. Den Grund für dieses ungleichartige Verhalten glaube ich aus anderen

Versuchen später erkannt zu haben. Bei wiederholten Störungen nimmt die Regulationsfähigkeit der Pflanze augenscheinlich ab, da ein schon geschwächtes Exemplar einen schädigenden Eingriff schwerer überwindet als eine weniger abgenutzte Pflanze. Die plötzliche Veränderung des Potentials durch das Ableiten bedeutet aber jedesmal einen Energieverlust für die Pflanze. So war es wohl ein glücklicher Zufall, daß der Versuch 84 gleich so schlagend gelang. Es war mir schon oft aufgefallen, daß ein Anfassen des Topfes oder des Blattes, selbst ein längeres Verweilen in der Nähe der Pflanzen häufig in der von dem Blatt aufgezeichneten Kurve eine vorübergehende Störung aufwies, oder, wie ich in dem methodischen Teil berichtete, zu einer Deformation des Blattes führte. Den Topf der Pflanze Nr. 84 hatte ich nun an zwei Tagen am 15. und 16. beim Aufstellen wiederholt angefaßt, mich auch längere Zeit in der Nähe der Pflanze aufgehalten, sie war also jedenfalls ohnehin schon in ihrem gewöhnlichen Gang gestört gewesen. Später, als ich die durch meine Gegenwart hervorgerufenen Fehler mehr vermied, führten die Ableitungsversuche nie mehr zu einem schnellen, vollständigen Unterdrücken der Bewegung. — Übrigens hat auch Klebs einen schädlichen Einfluß auf das Wachstum der Blätter von Albizzia durch Anfassen feststellen können.

Ein anderer Beweis dafür, daß das Anfassen des Topfes eine Rückwirkung hat auf die Bewegungen der Blätter, sehe ich auch darin, daß ich bei den etiolierten Pflanzen meist schon wenige Stunden nach dem Aufstellen erkennen konnte, ob die Blätter überhaupt imstande waren, normale Schlafbewegungen auszuführen oder nicht. Es setzte alsdann, ganz gleichgültig zu welcher Tageszeit die Pflanze aufgestellt wurde, zunächst eine Hebebewegung des Blattes ein, und erst durch die Senkbewegung am Abend oder in der Nacht wurde der normale Rhythmus wieder erreicht. Da Nr. 84 erst nachts 11 Uhr aufgestellt wurde, so war der normale Gang der Bewegungen bei dieser Pflanze wohl besonders stark gestört.

Die Erfahrung, daß eine Pflanze »entladen« werden konnte, oder daß wenigstens ihre Ladung durch Ableitung zu verändern war, regte die Frage an: »Wie kommt die Pflanze auf ein Potential, das abweicht von dem ihrer Umgebung.« Der

Grund hierfür kann in verschiedenen Ursachen gesucht werden: 1. Wäre ein »Aufladen« der Pflanze denkbar durch die Ionenaufnahme der Wurzel (Czapek 1915, S. 97). 2. Könnten bei den Stoffwechselvorgängen in den Blättern, Assimilation und Atmung, elektrische Vorgänge mitsprechen, und durch Abgabe von Ionen an die Atmosphäre oder Aufnahme aus derselben die Pflanze sich aufladen und damit in ein Abhängigkeitsverhältnis von der Luftelektrizität gelangen. 3. Wäre es auch nicht ausgeschlossen, daß nur durch die physikalisch-chemischen Prozesse innerhalb des Pflanzenkörpers lokale Spannungsunterschiede hervorgerufen werden. In all diesen Fällen müßte das Resultat eine Potentialdifferenz zwischen Pflanze und Erdoberfläche sowie zwischen der Ladung der Pflanze und derjenigen der Atmosphäre sein. Natürlich ist auch ein Zusammenfallen von zwei oder allen drei der erwähnten Ursachen zu denken. Wie dem auch sei, das Resultat müßte die Existenz elektrischer Ströme in der Pflanze sein.

Diese elektrischen Ströme sind durch verschiedene, meist ältere Arbeiten, zweifellos nachgewiesen. Ich verweise auf die Zusammenstellung der einschlägigen Literatur bei Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. 2, S. 860. Nach den Untersuchungen von Klein (1898) ist der »normale Strom« derjenige, der vom Stengel zum Blatt geht, doch nimmt er bisweilen auch die entgegengesetzte Richtung an.

Trotz des Nachweises von elektrischen Strömen in den Pflanzen und trotz der Erkenntnis des Ineinandergreifens von elektrischen Vorgängen mit chemischen Umsetzungen, sind die Beobachtungen über die Pflanzenelektrizität erstaunlich wenig verarbeitet worden. Nehmen wir die Elektrophysiologie von Biedermann, 1895, oder die Elektrobiologie von Bernstein (1912) zur Hand, den Pflanzen ist nur ein bescheidener Platz neben den Erfahrungen im Tierreich eingeräumt, und hauptsächlich sind es die Untersuchungen an reizbaren Organen von Burdon Sanderson (1882, 1888, 1889), Munk (1876, usw.), die bei Besprechung der elektrischen Erscheinungen bei Pflanzen immer wieder herhalten müssen.

Im Hinblick auf die verschiedenen Möglichkeiten für das Zustandekommen einer elektrischen Eigenladung der Pflanze

untersuchte ich zunächst, ob die Tätigkeit der Wurzeln dabei beteiligt ist. Sollte dieses der Fall sein, so war ein vollständiges Ausschalten dieses Vorgangs natürlich unmöglich, würde die Pflanze auch zweifellos stark schädigen. Es war aber möglich, zu untersuchen, ob eine Hemmung der elektrischen Vorgänge in der Erde Störungen im Organismus der Pflanze zur Folge hatte. Solch eine Hemmung war herbeizuführen, indem der Topf von der leitenden Erdoberfläche durch eine isolierende Schicht getrennt wurde. Fand durch die Ionenaufnahme der Wurzeln eine Trennung der Elektrizitäten zwischen Erde und Pflanze statt, so mußte die Folge sein, daß Erde und Topf sich allmählich in dem einen Sinn auflud, die Pflanze in dem entgegengesetzten, wofern nicht eine entsprechende Aufnahme von Kationen und Anionen durch die Wurzeln stattfand. — War ein Abfließen der Ladung des Topfes oder eine Zufuhr von Elektrizität durch eine Isolation verhindert, so war anzunehmen, daß einer wachsenden Spannungsdifferenz zwischen Pflanze und Erde andere eingreifende Reaktionen allmählich einen Widerstand entgegensetzten und ein weiteres Steigen dieses Spannungsunterschiedes dadurch verhindert würde. Ferner war es wahrscheinlich, daß eine derartige Störung der Stoffwechselvorgänge auch in den Bewegungen der Blätter zum Ausdruck kommen würde.

Dies war bei den meisten derartigen Versuchen der Fall. Kurve 101 a und b, 2 Ausschnitte der Bewegungskurve derselben Pflanze, sind ein Beleg hierfür (Abb. 22 u. 23). Die Bohne war am 21. II. 14 im Dunkelzimmer aufgestellt worden und zeigte große Bewegungsfähigkeit. Am 22. II., also am Tage nach dem Beginn des Versuches, wurde eine isolierende Schicht — ein Glasteller — unter den Topf geschoben. Der Gang der Bewegungen zeigte alsbald eine Störung an, die Größe der Ausschläge wurde stark vermindert. Der reproduzierte Ausschnitt der Kurve beginnt am 22. II. mittags. Die Bewegungen waren schwach und unregelmäßig. Am 24. morgens $9^1/_2$ Uhr wurde die Isolationsschicht entfernt. Sofort setzte eine erhöhte und regelmäßige Bewegungstätigkeit ein. Die Unterbrechung der Kurve am 25. ist durch den Beginn einer neuen Kurvenrolle veranlaßt. Am 26. morgens $9^1/_2$ Uhr wurde die Pflanze abermals in gleicher Weise

isoliert. Die Bewegungen wurden darauf immer schwächer, der normale Rhythmus blieb jedoch bis zum 4. III. Dann war nur noch eine Andeutung desselben zu beobachten. Am 6. 9½ Uhr wurde noch einmal die Isolation fortgenommen. Die Bewegungen des Blattes wurden sofort wesentlich ausgiebiger.

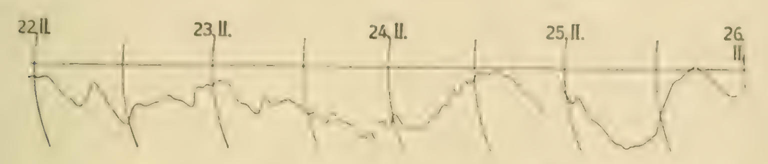


Abb. 22. Kurve 101 a. Etiol. Phas. mult. Basel. 22.—26. II. 14. Dunkelzimmer. Temp. 19—21°. Hebel 7¼—8½. 22. II. 10½—24. II. 9½. Pfl. durch Kork u. Glasfuß vom Boden her isoliert. 24. II. 9½ Isolation fortgenommen. Stengelbasis geerdet. 25. II. Unterbrechung der Kurve durch Auflegen einer neuen Papierrolle verursacht.

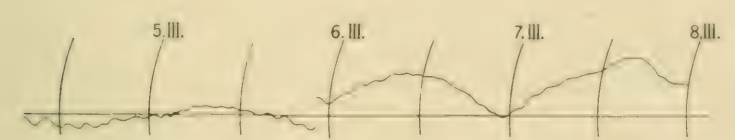


Abb. 23. Kurve 101 b. Etiol. Phas. mult. Basel. 4.—8. III. 14. Dunkelzimmer. Temp. 19—21°. Hebel 7¾—8½. Blatt hatte vom 24. II. an sehr regelmäßige Schwingungen ausgeführt. 26. II. Pfl. zum 2. Mal durch Kork u. Glasfuß isoliert. Die Bewegungen nahmen allmählich an Ausmaß ab. Obige Kurve vom 4.—6. III. 10 m. sind die letzten Tage aus dieser Periode. 6. III. 10 m. Isolation entfernt, Stengelbasis geerdet.

War auf Grund dieser Resultate nicht zu zweifeln, daß die Pflanze an dem Ausgleich der Elektrizität zwischen Boden und Atmosphäre beteiligt ist, so war damit zwar eine Wahrscheinlichkeit für die Abhängigkeit der Pflanze von der atmosphärischen Elektrizität gegeben, aber nicht der Beweis, daß es die Schwankungen derselben sind, die die Blattbewegungen regulieren. Um den Nachweis hierfür zu liefern, mußte die Pflanze von der Luftelektrizität abgesperrt werden. Dies war bis zu einem gewissen Grad, keineswegs aber wohl vollständig zu erreichen durch ein mit der Erde verbundenes Gitter, das die Versuchspflanze

vollständig umgab, von dem sie aber durch eine isolierende Schicht getrennt wurde. Ich wählte die bei dem Versuch 84 besprochene Aufstellung und zunächst auch dasselbe weitmaschige Gitter. So entstand Kurve 148 (Abb. 24). Das Nachlassen der Regelmäßigkeit der Bewegungen, nachdem das Gitter geerdet worden war, zeigt bald eine Störung an. Schon vom 3. Tage an ist von einer Periodizität nichts mehr zu merken. Sie kommt jedoch deutlich wieder zum Vorschein, nachdem die Pflanze am 15. VI. aus dem Gitter herausgenommen und direkt auf den Zementfußboden gesetzt wurde. — Ich habe später den Versuch mehrfach in der Weise wiederholt, daß ich die Bohne schon innerhalb eines geerdeten und nicht nur innerhalb eines isolierten Gitters wie Nr. 148 isoliert stehend aufzog und innerhalb dieses Gitters dann auch die Kurve schreiben ließ. Obgleich sich die Blätter bei dieser Behandlung ganz gut entwickelten, so zeigten sie doch niemals später eine kräftige Bewegungstätigkeit. Meist waren sie ganz starr, oder es waren nur schwache periodische Bewegungen zu erkennen, die sehr bald ganz aufhörten. Das Auftreten dieser schwachen Bewegung trotz des dauernden Absperrens der Pflanze von der Luftelektrizität und trotz der isolierenden Schicht zwischen dem Topf und der Erdoberfläche kann sich daraus erklären, daß die Oberfläche von Glas nicht unerheblich die Elektrizität leitet und auch das Gitter kaum genügen dürfte, die elektrischen Strahlen gänzlich von der Pflanze fernzuhalten. Dies Resultat ist daher kein Beweis gegen die Richtigkeit meiner Annahme, daß die Bohnenblätter nur dann imstande sind, periodische Bewegungen auszuführen, wenn ihre Wurzeln mit der Erde oder irgendeiner Quelle elektrischer Energie verbunden sind, und die Blätter unter dem direkten Einfluß der periodischen Schwankungen der Luftelektrizität stehen.

Wie einflußreich trotz der Unvollkommenheit die Isolation durch den Glasteller ist, zeigt sich, wenn derselbe während eines Versuches innerhalb eines geerdeten, also mit der O-Leitung verbundenen Gitters entfernt wird. In den meisten Fällen ging dann das Blatt sehr bald zugrunde, indem die Spreite sich krampfartig einrollte, wie ich es im Kapitel 2 beschrieben habe.

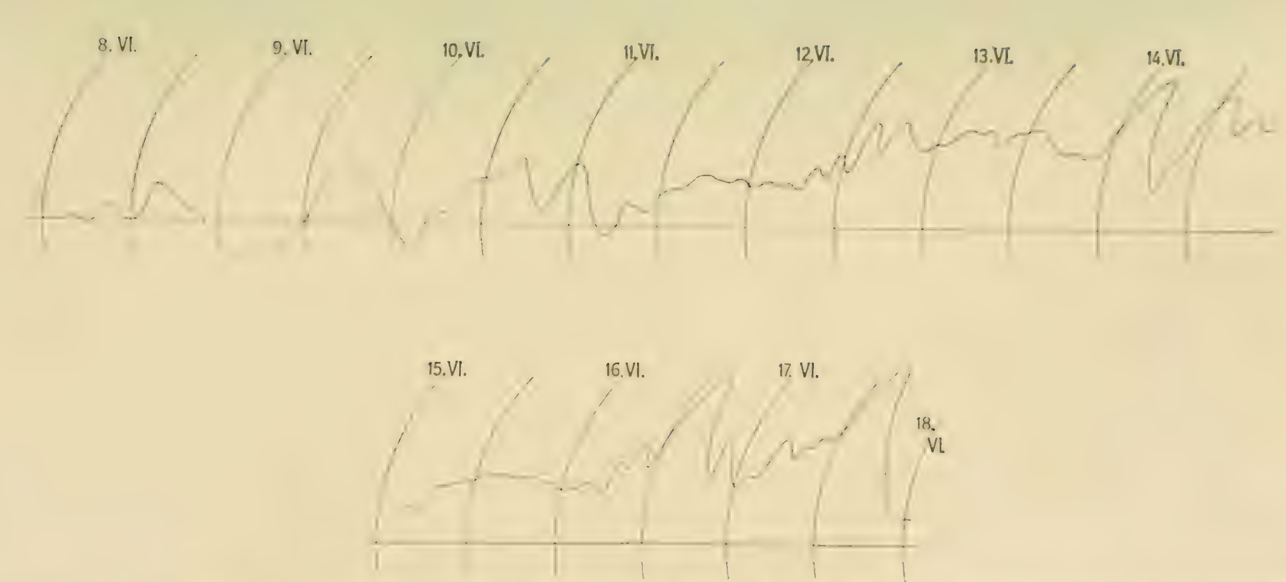


Abb. 24. Kurve 148. Etiol. amerikan. Phas. mult. Basel. 8.—18. VI. 14. Dunkelzimmer. Im isolierten (nicht geerdeten), weitmaschigen Gitter isoliert stehend erzogen. 8.—15. VI. im weitmaschigen, geerdeten Gitter. 15.—18. VI. Pfl. ohne Gitter auf dem Fußboden stehend.

Offenbar können die etiolierten Pflanzen so starke Schwankungen in ihrem elektrischen Ausgleich nicht vertragen. Nr. 153 (Abb. 25) überstand aber den Wechsel. Nach Entfernung des Glastellers am 18. VI. wurden die Bewegungen stärker, vom 20. VI. an sogar sehr kräftig, zeitlich waren sie aber nicht mehr normal orientiert. Übrigens ist bei etiolierten Blättern das Auftreten besonders kräftiger Bewegungen meist das Anzeichen für das Degenerieren des Blattes. Leider wurde Nr. 153 nicht länger beobachtet, ich nehme aber gerade wegen der Größe der Ausschläge an, daß dies Blatt auch noch im Lauf des 22. VI. zugrunde gegangen wäre, den Eingriff also auch nicht lange überstanden hätte.

Augenscheinlich bedürfen also die Bohnenpflanzen für die normale Bewegungstätigkeit ihrer Blätter einer Zufuhr von Elektrizität zu den Wurzeln oder einer Ableitung derselben. Ich versuchte daher, die regelmäßige Bewegungstätigkeit trotz der Isolation durch gleichzeitiges, konstantes Aufladen des Topfes zu erhalten. Leider konnte ich zu diesem Versuch nur ein Element von 1 Volt Spannungsdifferenz oder die +-Stadtleitung von 220 Volt anwenden. Die Spannung des Elementes war entschieden reichlich schwach,

Abb. 25. Kurve 153. Etiol. Phas. mult. 12.—22. VI. 14. Basel. Temp. 19—20°. Hebel 10½—11¾. Dunkelzimmer. Pfl. hatte vom 12.—15. VI. 11½ Normalkurve geschrieben. 15. VI. 11½—18. VI. 12½ Pfl. isoliert im geerdeten Gitter aufgestellt. 18. VI. 12½—22. VI. 10 Pflanze nicht isoliert im geerdeten Gitter.

zeigte aber doch in einigen Fällen sehr deutlich eine günstige Wirkung.

Nr. 96 (Abb. 26) z. B. hatte, wie die Normalkurve vom 7. bis 9. zeigt, keine normale Bewegungsfähigkeit. Diese stellte sich aber sehr bald ein, nachdem ich am 9. II. mittags den —-Pol des Elementes in die Erde des Topfes gesteckt und den +Pol in der

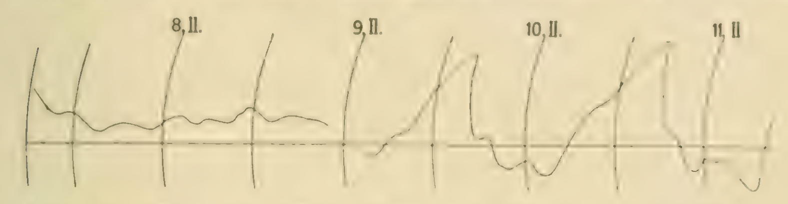


Abb. 26. Kurve 96. Etiol. Phas. mult. Basel. 7.—11. II. 14. Dunkelzimmer. Hebel $8^1/_4$—$11^3/_4$. 7.—9. II. Normalkurve. Sehr junges Blatt. 9. II.—10. II. $4^1/_2$. Schwaches Element angelegt. — Pol in der Erde; + Pol am Stengel, in der Nähe des Blattgelenkes befestigt. Topf von der Erde durch Glasuntersatz isoliert.

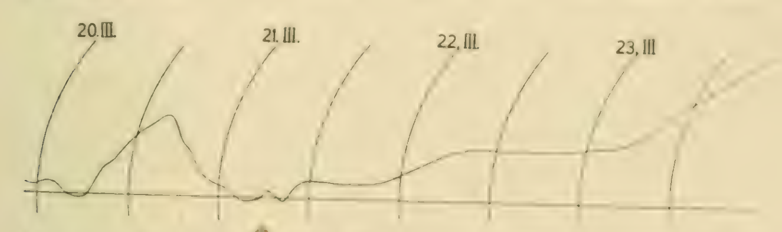


Abb. 27. Kurve 253. Etiol. Phas. mult. Basel. 20.—24. III. 16. Dunkelzimmer. Temp. 18°. Hebel 9:9,5. 20.—21. III. $12^1/_2$. Normalkurve. 21. III. $12^1/_2$—22. III. $9^1/_2$. Pflanze dauernd auf + 220 Volt geladen. 22. III. $9^1/_2$.—Schluß ohne Ladung. Das Blatt rollt sich am 23. auf.

Nähe des Blattgelenkes an die Pflanze angelegt hatte. Daß es sich hier nicht nur um einen Reiz durch den schwachen elektrischen Strom handelte, zeigt sich darin, daß die Bewegungstätigkeit erhalten blieb auch nach Entfernung des Elementes am 10. II. $4^1/_2$ Uhr nachmittags.

Das Aufladen mit der +220 Volt betragenden Spannung der Stadtleitung war für die etiolierten Pflanzen im Gegensatz zu den Versuchen mit grünen Pflanzen schädlich. Die Bewegungen wurden wie bei Nr. 253 (Abb. 27) nach dem Aufladen eingestellt, und die Blätter gingen dann nach Entfernung der elektrischen

Leitung zugrunde, was bei Nr. 253 durch das Aufschnellen der Kurve am 23. angezeigt ist.

Wesentlich befriedigender waren die Versuche, bei denen die Pflanzen innerhalb eines dauernd auf + 220 Volt geladenen Gitters standen. Kurve 159 (Abb. 28) stammt von einer solchen Pflanze. Sie stand vom 8. VII. an isoliert in einem engmaschigen, + geladenen Gitter. Bei den späteren Versuchen waren die Gitter aus der feinsten, verzinnten Drahtgaze, die zu erhalten war, hergestellt. Die Regelmäßigkeit der Bewegungen läßt bei diesem wie bei den entsprechenden Versuchen nichts zu wünschen übrig.

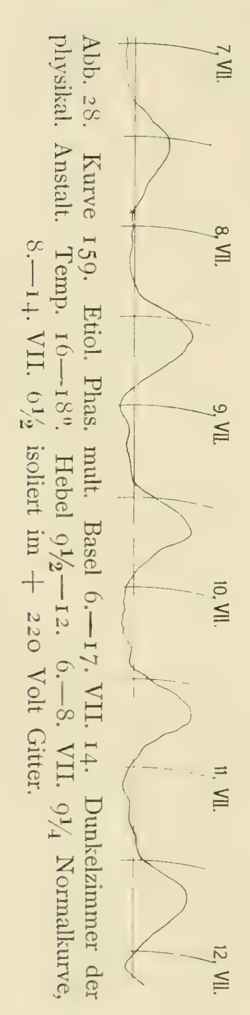


Abb. 28. Kurve 159. Etiol. Phas. mult. Basel 6.—17. VII. 14. Dunkelzimmer der physikal. Anstalt. Temp. 16—18°. Hebel 9½—12. 6.—8. VII. 9¼ Normalkurve, 8.—14. VII. 6½ isoliert im + 220 Volt Gitter.

Die Wirkung eines — geladenen Gitters zeigte sich in den Resultaten nicht ganz gleichartig. In 5 Fällen wurden die Bewegungen am 2. oder 3. Tage eingestellt. In 2 Fällen blieben die Pflanzen nur je 1 Tag im Gitter, wobei in einem Fall (es handelt sich ausnahmsweise um eine Wasserkultur) der Ausschlag sogar größer wurde. Auch in der reproduzierten Kurve Nr. 154 (Abb. 29) scheint die Wirkung des —-Gitters für die Größe der Ausschläge eher günstig zu sein. Die zeitliche Orientierung der Bewegungen litt aber auch bei dieser Pflanze, und dieser Zustand blieb auch bestehen, nachdem die Bohne am 16. VI. morgens $9^1/_2$ Uhr aus dem Gitter herausgenommen, aber durch einen Glasteller von dem Erdboden isoliert aufgestellt wurde. Am ersten Tage nach dieser Veränderung am 17. wurde die Bewegung zur normalen Zeit ausgeführt. Dann verlief sie in den folgenden Tagen jeweils etwas schneller als in 24 Stunden, so daß am 19. der Rhythmus gegenüber dem normalen gerade invers war.

Schließlich seien noch zwei Kurven besprochen, bei denen

die Pflanze schon in dem + 220-Gitter groß gezogen waren. Nr. 249 (Abb. 30) kam dann mit Beginn der Kurve in das O-Gitter. Wir sehen, wie die Bewegungen regelmäßig kleiner wurden, und das ursprüngliche Ausmaß erst wieder erreichten, als die Pflanze aus dem Gitter herausgenommen und auf die Erde gesetzt wurde. — Bei Nr. 247 (Abb. 31) blieb die Pflanze in dem +-Gitter, doch

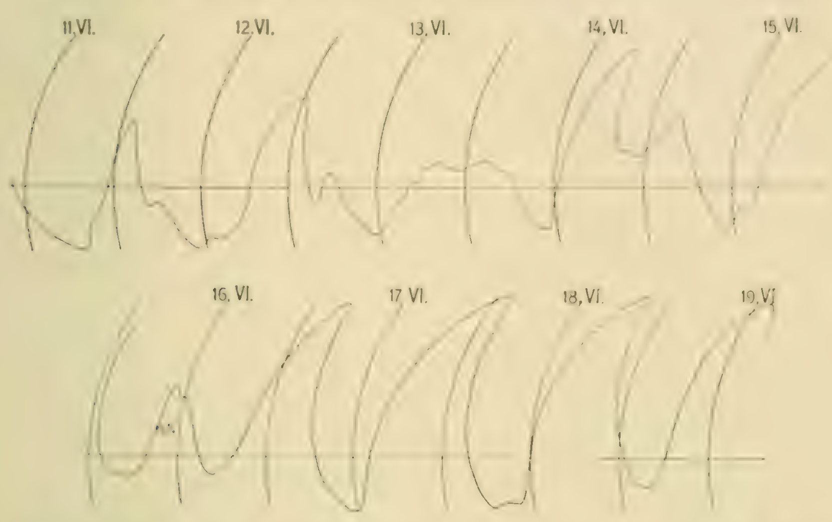


Abb. 29. Kurve 154. Etiol. Phas. mult. Basel. 11.—19. VI. 14. Hebel 8½ : 10½. Temp. 19 : 22°. Dunkelzimmer. 11.—12. VI. 12½. Normalkurve. 12. VI. 12½.—16. VI. 9¼. Pfl. isoliert stehend innerhalb eines — 220 Volt geladenen Gitters. 16. VI. 9¼—Schluß Gitter entfernt, aber der Topf blieb auf dem Glasuntersatz.

wurde nach zwei Tagen die Isolation zwischen Topf und Gitter entfernt. Die Bewegung blieb bestehen, auch in ihrer Regelmäßigkeit, doch hat die Kurve von dem Augenblick an einen ganz anderen Charakter. Sie nimmt den ursprünglichen wieder an, als der Topf ohne Gitter direkt auf dem Fußboden stand.

Aus diesen Versuchen entnehme ich, daß elektrische Vorgänge nicht nur für das Zustandekommen, sondern auch für die Regulation der Bewegungen maßgebend sind. Weiter muß ich folgern, daß elektrische Vorgänge stattfinden auf der Grenze Wurzel-Erde, andererseits aber auch auf der Grenze Pflanze-Atmosphäre. Zu dem letzten Schluß glaube ich berechtigt zu

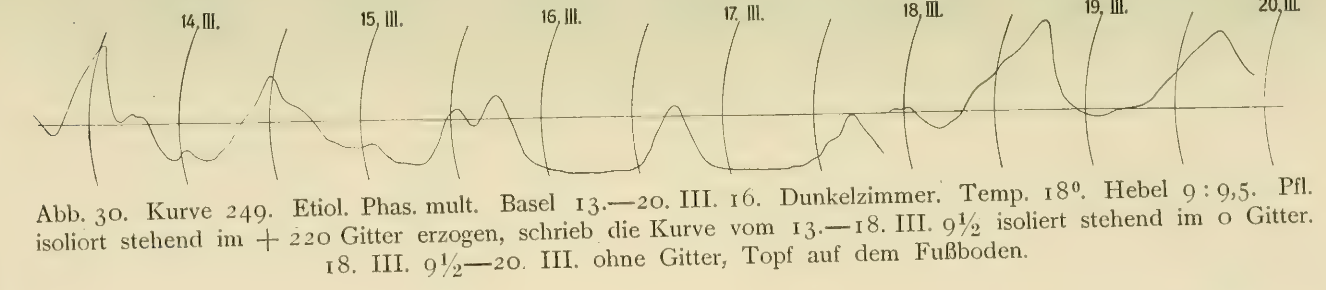


Abb. 30. Kurve 249. Etiol. Phas. mult. Basel 13.—20. III. 16. Dunkelzimmer. Temp. 18°. Hebel 9 : 9,5. Pfl. isoliort stehend im + 220 Gitter erzogen, schrieb die Kurve vom 13.—18. III. 9½ isoliert stehend im 0 Gitter. 18. III. 9½—20. III. ohne Gitter, Topf auf dem Fußboden.

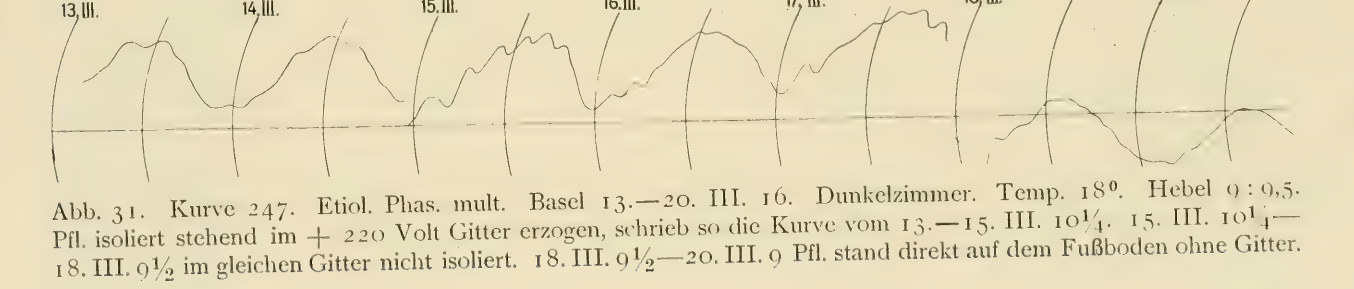


Abb. 31. Kurve 247. Etiol. Phas. mult. Basel 13.—20. III. 16. Dunkelzimmer. Temp. 18°. Hebel 9 : 9,5. Pfl. isoliert stehend im + 220 Volt Gitter erzogen, schrieb so die Kurve vom 13.—15. III. 10¼. 15. III. 10¼—18. III. 9½ im gleichen Gitter nicht isoliert. 18. III. 9½—20. III. 9 Pfl. stand direkt auf dem Fußboden ohne Gitter.

sein durch den Versuch 249. Die Pflanze war isoliert stehend in einem +-Gitter erzogen. Sie blieb auch ferner isoliert stehen, das Gitter wurde aber mit der O-Leitung verbunden. Die Bewegungen gingen alsbald stark zurück. Es fand also nur eine Veränderung der Ladung der umgebenden Atmosphäre statt. Mit Elster und Geitel (1900) müssen wir annehmen, daß ein isoliert stehender lebloser Körper im Innern eines geladenen Gitters sich mit der Zeit durch die Ionenwanderung in der Atmosphäre aufladet, und zwar in einem +-Gitter wird der Körper — geladen, in einem —-Gitter allmählich +.

Da die Intensität der Leitfähigkeit für +- und —-Elektrizität in der Atmosphäre zeitlich ungefähr parallel geht, nur quantitativ verschieden ist, so bleibt die Frage offen, ob es der Ausgleich der +- oder der —-Elektrizität zwischen Pflanze und Atmosphäre ist, durch die diese zeitliche Regulation bewirkt wird. Auf Grund der zeitlichen Störungen in Nr. 154, wo die Pflanze in einem negativen Gitter stand, also die negativen Ionen der Atmosphäre an die +-geladene Pflanze hereinkommen konnten, will ich noch keine Entscheidung treffen.

Bei den sich nun anschließenden Versuchen mit grünen, normalen Pflanzen, die sich technisch durch die Arbeit im Hellen, mit gleichmäßigerem, gesunden Material sehr viel einfacher gestalten, als die Versuche mit etiolierten Pflanzen im Dunkelzimmer, wird die Analyse des Vorganges der Blattbewegungen durch den hinzutretenden Faktor der Assimilation noch schwieriger. Ein Vergleich der Resultate entsprechender Versuche aus den beiden Versuchsreihen ermöglicht indes weitere Schlüsse.

b) Versuche mit grünen Pflanzen.

Nach den Untersuchungen von Klein (1898) sind die elektrischen Ströme in der Pflanze von der Assimilation, nach Haake (1892) von der Assimilation und der Atmung abhängig. Aus einer Gegenüberstellung gleichartiger Versuche mit grünen und etiolierten Bohnen ergibt sich auch, daß bei der Assimilation ein Austausch von Elektrizität irgendeiner Art stattfinden muß.

Zu den Versuchen im Tageslicht stand mir zunächst wäh-

rend der Ferien der luftige Hörsaal mit einer + 220-, einer — 220-Volt und einer O-Leitung zur Verfügung. Die Temperatur hielt sich in dem Raum annähernd konstant. Die meisten Versuche wurden dann später in einem eigens dazu hergerichteten großen, luftigen Zimmer im 2. Stock des Basler Institutes mit Nord- und Ostfenster durchgeführt. Endlich wurden einige wenige Versuche in dem Gewächshaus aufgestellt, in dem die Pflanzen herangezogen wurden. In allen drei Räumen war das Wachstum der Bohnen durchaus normal und sehr kräftig, nur in den Monaten November, Dezember waren die Pflanzen schwächlicher und daher auch viel geneigter, auf Störungen zu reagieren. Im Januar wurden keine Versuche gemacht, und im Februar hatte sich schon das kräftige Frühjahrswachstum wieder eingestellt.

Eine Normalkurve schicke ich diesem Abschnitt nicht voran. In den Arbeiten von Pfeffer (1907 und 1915) sind mehrere derartige Kurven wiedergegeben, die mit den von mir aufgegenommenen im ganzen übereinstimmen. Zudem ist bei den meisten Versuchen ein oder mehrere Tage Normalkurve vor der eigentlichen Versuchskurve zum Vergleich wiedergegeben.

Die Normalkurven der grünen Blätter unterscheiden sich von denen der Dunkelblätter hauptsächlich dadurch, daß die Bewegungen schneller ausgeführt werden, und da das Maximum des Ausschlages nachts bei den grünen und etiolierten Pflanzen ziemlich auf dieselbe Zeit fällt, meist zirka 4 Uhr morgens, so bleiben für die grünen Blätter mehrere Tagesstunden, in denen sie um eine mittlere Gleichgewichtslage oscillieren (Kurve 204, Abb. 38, S. 659) oder meist nur 1 bis 2 Schwingungen ausführen.

Auf Grund der Versuche Pfeffers (1907, S. 363) über den Heliotropismus der Blattgelenke arbeitete ich im allgemeinen nur mit Pflanzen, deren Gelenke beider Blätter durch Umhüllung mit Watte und ein Wickel eines schmalen Stanniolstreifens verdunkelt waren. Die Verdunkelung des Gelenkes ist bei der Beschreibung der Kurven nicht besonders hervorgehoben, sondern im Falle es einmal nicht geschah, ist dies extra bemerkt worden.

Der Einfluß der Isolation des Topfes durch einen Glasuntersatz war auch bei den grünen Pflanzen deutlich wahrzunehmen.

Im Winter war die Wirkung so ausgesprochen, daß ein unbefangener Beobachter die Pflanzen sofort herausfand, die 1 bis 2 Tage mit einem Glasuntersatz gestanden hatten. Da gewöhnlich sechs Versuche gleichzeitig angesetzt wurden, so waren immer mehrere Versuchspflanzen und mehrere Kontrollen, eine Zufälligkeit also wohl ausgeschlossen. Die Blätter bekamen ein krankes, schlaffes Aussehen, und die Blattrippen bogen sich, wie die Rippen eines aufgespannten Schirmes, auch wenn die Spreite vorher schön plan ausgebreitet gewesen war. In der Bewegungskurve kam die Wirkung der Isolation im Winter meist zur Geltung wie bei Nr. 212 (Abb. 32). In den Frühjahrs- und Herbstmonaten dagegen scheinen die Pflanzen durch ihr kräftigeres Wachstum diese Störung ohne merkliche Beeinflussung der Bewegung zu überwinden.

Ein ganz abweichendes Resultat gegenüber den Dunkelpflanzen gaben die Versuche, bei denen der Topf, isoliert ohne Gitter aufgestellt, dann aber durch dauernden Anschluß an die Stadtleitung auf + oder — 220 Volt geladen wurde. No. 220 (Abb. 33) schrieb vom 5.—6. XII. die Normalkurve. Am 6., 11 Uhr vormittags, wurde der Topf durch einen Glasteller isoliert. Die Kurve wird unregelmäßig und bekommt ihren festen Rhythmus erst wieder, nachdem am 10. XII., 11 vormittags, der Topf dauernd auf + 220 Volt aufgeladen wurde. Daß die tiefste

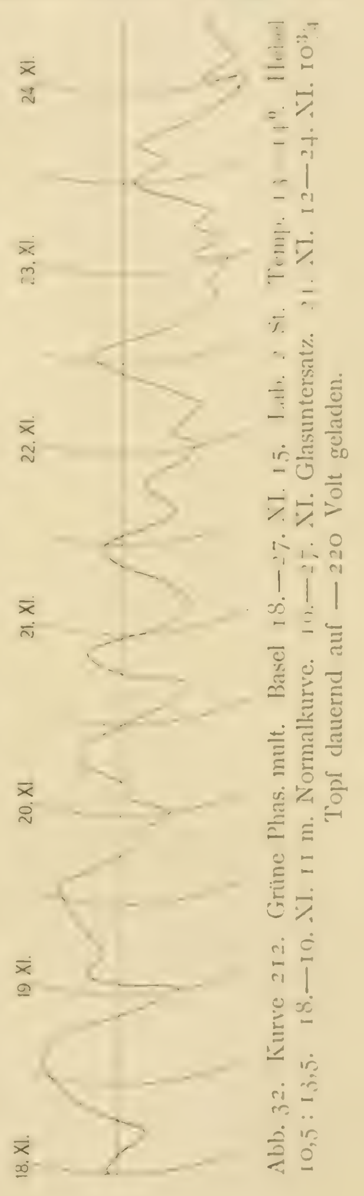


Abb. 32. Kurve 212. Grüne Phas. mult. Basel 18.—27. XI. 15. Lab. 2 St. Temp. 13—14°. Hebel 10,5 : 13,5. 18.—19. XI. 11 m. Normalkurve. 19.—27. XI. Glasuntersatz. 21. XI. 12—24. XI. 10¾ Topf dauernd auf — 220 Volt geladen.

Senkung des Blattes schon etwa um Mitternacht eintrat, habe ich bei verschiedenen Pflanzen gerade in den Tagen beobachtet, es ist also wohl nicht als eine Folge des Aufladens anzusehen.

Auch ein Aufladen mit —-Elektrizität befördert die Periodizität der Bewegungen, vielleicht sogar noch kräftiger und nachhaltiger als es die +-Ladung tut. Ein Beispiel vieler gleichartiger Versuche ist Kurve 212 (Abb. 32). Nachdem die Pflanze bis zum 19. mittags ihre Normalkurve aufgezeichnet hatte, wurde

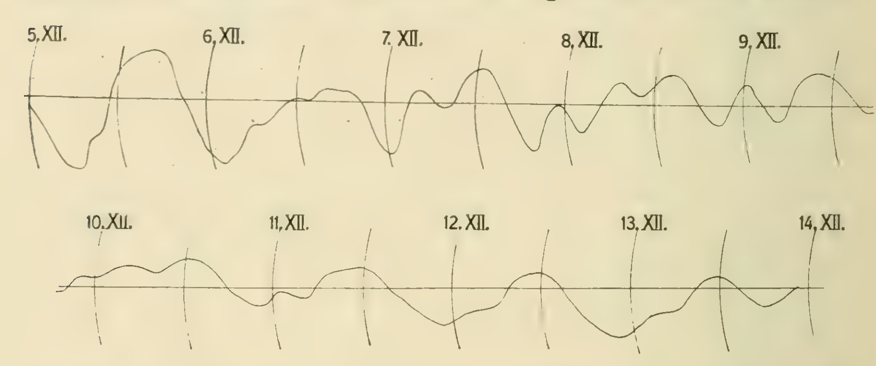


Abb. 33. Kurve 220. Grüne Phas. mult. Basel. 5.—14. XII. 15. Lab. II. St. Temp. 15—17°. Hebel 9:9,5. 5.—6. XII. Normalkurve. 6. XII. Glasuntersatz. 10. XII. 11.—13. XII. 10½. Topf auf + 220 Volt geladen. 13. XII. 10½—14. XII. Topf blieb auf dem Glasteller, aber ohne Ladung.

der Glasteller unter den Topf geschoben. Die Kurve wird alsbald unregelmäßig. Nach dem Aufladen vom 21. mit —-Elektrizität wurden die Bewegungen wieder regelmäßiger, und sie blieben dann auch periodisch bis zum Schluß des Versuches am 27., nachdem die Leitung am 24. unterbrochen wurde.

Bei der Wertung der Kurven der folgenden Versuche, wo die Pflanzen innerhalb von Gittern aufgestellt wurden, ist zu berücksichtigen, daß die Pflanzen innerhalb des Gitters isoliert werden mußten, die Reaktion also durch die kombinierte Wirkung der Isolation des Topfes und den Einfluß des Gitters zustande kam. Nur bei den letzten Versuchen, als mir bekannt war, wie nachhaltig die Einwirkung der Isolation war, nahm ich auf diesen Umstand genügend Rücksicht.

Ebenso wie bei den Dunkelpflanzen scheint auch für die normalen grünen Bohnen der Aufenthalt innerhalb eines — ge-

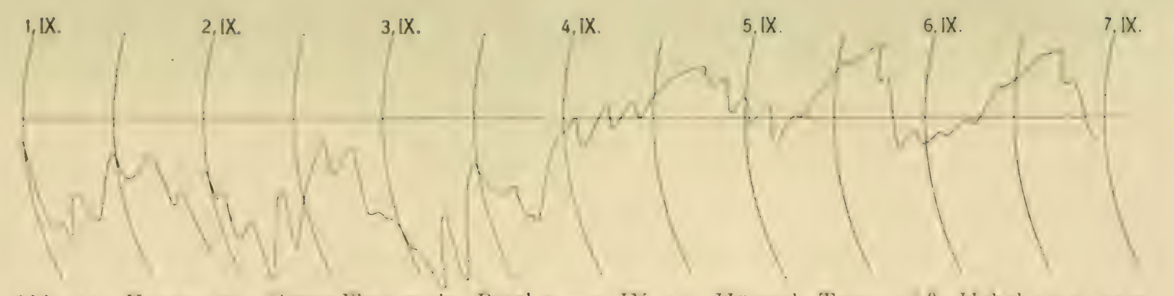


Abb. 34. Kurve 171. Grüne Phas. mult. Basel 1.—7. IX. 15. Hörsaal. Temp. 16°. Hebel 10,5 : 13,5. 1. IX.—2. IX 0¾ Normalkurve. 2. IX. 11—5. IX. 11 Pfl. isoliert im — 220 Gitter. Blätter rollen sich wie krampfartig ein. Trotzdem 5. IX. 11—7. IX. 11 Pfl. ohne Gitter, direkt auf — 220 Volt geladen, Wiedereinsetzen der periodischen Bewegungen.

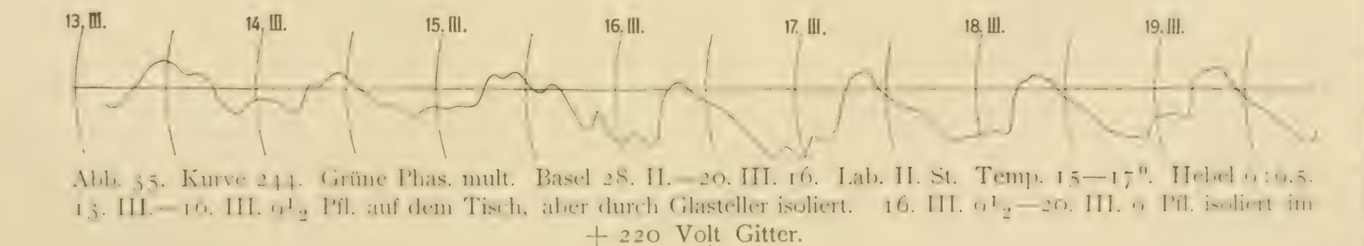


Abb. 35. Kurve 244. Grüne Phas. mult. Basel 28. II.—20. III. 16. Lab. II. St. Temp. 15—17°. Hebel 0 : 0,5. 13. III.—16. III. 0½ Pfl. auf dem Tisch, aber durch Glasteller isoliert. 16. III. 0½—20. III. 0 Pfl. isoliert im + 220 Volt Gitter.

ladenen Gitters schädlich zu sein. So zeigte sich bei Nr. 171 (Abb. 34) nach dem Einstellen in das Gitter nicht nur eine starke Störung in der Bewegungskurve, was teilweise jedenfalls wohl schon als Folge der Isolation des Topfes anzusehen war; außerdem bekamen die Blätter auch sehr bald ein krankes Aussehen, krampften sich sogar etwas ein, wie es häufig bei den Dunkelpflanzen geschah. Dennoch wurde die Bewegung wieder regelmäßig, als die Pflanze am 5. IX. aus dem Gitter herausgenommen und der Topf direkt — aufgeladen wurde.

Bei dem folgenden Beispiel eines Versuches im + geladenen Gitter (Nr. 244 Abb. 35) wurde auf die störende Wirkung der Isolation dadurch Rücksicht genommen, daß die Pflanze schon 3 Tage vor dem Einstellen in das Gitter vom 13. III. an auf einem Glasteller stand. Sie hatte sich also schon gewöhnen können. Es ist daher die plötzliche Veränderung der Kurve nach der Überführung der Pflanze in das + geladene Gitter am 16. III. $9^1/_2$ als Reaktion auf den Einfluß des Faradaykäfigs anzusehen. Warum die Kulmination des Ausschlages von da ab schon auf die Abendstunden fiel, vermag ich nicht anzugeben. Es war bei andern gleichartig behandelten Pflanzen nicht der Fall.

Sehr interessant, aber für eine Deutung nach den bisherigen Erfahrungen noch zu kompliziert, ist Kurve 190 (Abb. 36). Das Blatt schrieb seit dem 25. IX. eine sehr regelmäßige Normalkurve bis zum 4. X. In der Reproduktion ist nur das Stück vom 2. bis 4. zu sehen. Am 4. kam die Pflanze (leider ohne vorherige Isolation) in ein +-Gitter, während die Pflanze im Innern selbst — geladen wurde. Die Regelmäßigkeit der Bewegung litt vom 2. Tage an. Am 9. wurden dann die Ladungen umgetauscht, die + an den Topf gelegt, die — ans Gitter. Die Regelmäßigkeit der Bewegung wurde alsbald wieder hergestellt, der Höhepunkt der Ausschläge fiel nur auffallend früh, schon vor Mitternacht.

Kurve 172 (Abb. 37) ist das Resultat eines Versuches in einem geerdeten, also O-Gitter. Die Normalkurve vom 1. bis 2. zeigt, daß die Bohne gut war. Im Gitter wurde die Bewegung sofort unregelmäßig. Auch hier sind die Folgen der Isolation durch den Glasteller beim Einstellen in das Gitter am 2. IX. bei der Wertung des Resultates zu berücksichtigen. Es muß jedoch

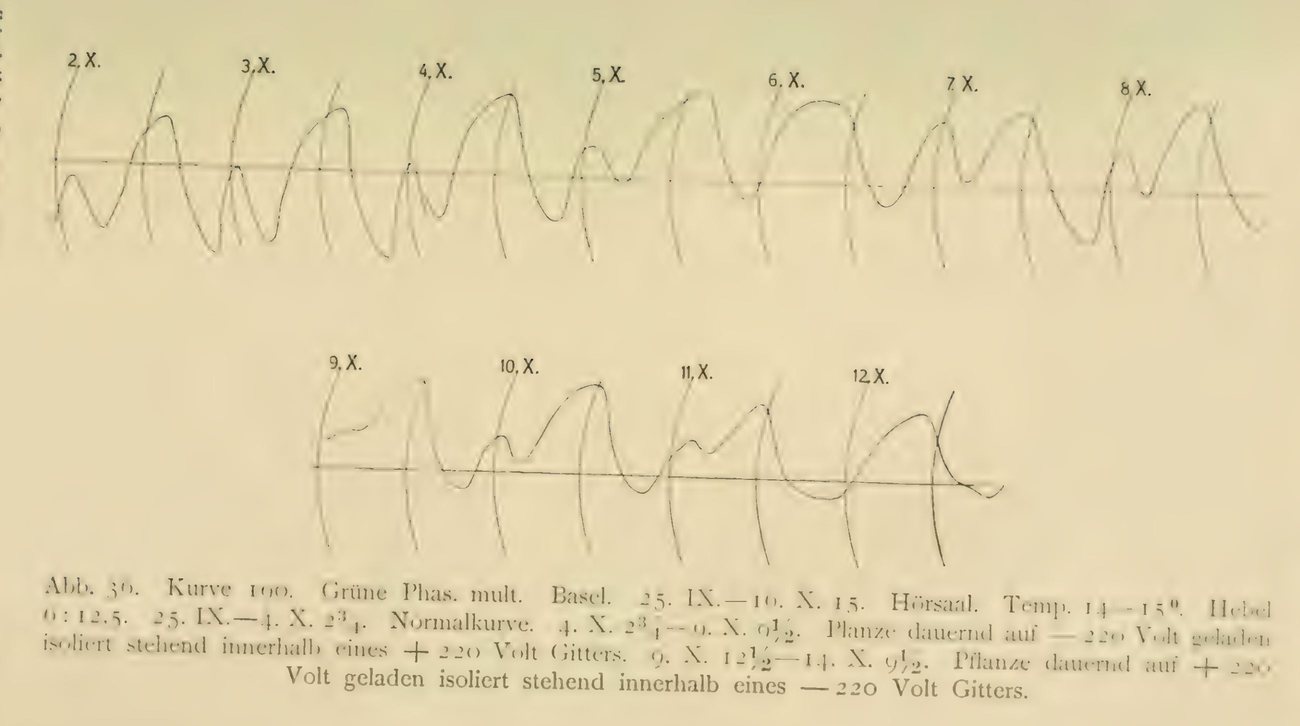


Abb. 36. Kurve 100. Grüne Phas. mult. Basel. 25. IX.—10. X. 15. Hörsaal. Temp. 14—15°. Hebel 6 : 12,5. 25. IX.—4. X. $2\frac{3}{4}$. Normalkurve. 4. X. $2\frac{3}{4}$—9. X. $9\frac{1}{2}$. Pflanze dauernd auf — 220 Volt geladen isoliert stehend innerhalb eines + 220 Volt Gitters. 9. X. $12\frac{1}{2}$—14. X. $9\frac{1}{2}$. Pflanze dauernd auf + 220 Volt geladen isoliert stehend innerhalb eines — 220 Volt Gitters.

der Einfluß des O-Gitters auch schädlich auf die grünen Pflanzen sein, ebenso wie es bei den Dunkelpflanzen der Fall ist. Dies Resultat war auch zu erwarten, da schon das — geladene Gitter sich als schädigend gezeigt hatte; in diesem Fall wird aber nur der Zutritt einer Ionenart zu der Pflanze unterbunden, im O-Gitter werden aber +- und —-Ionen abgefangen.

Schließlich seien noch 2 Versuche aus dem Gewächshaus angeführt mit Pflanzen, deren Gelenke nicht verdunkelt waren. Bei Nr. 204 (Abb. 38) stand der Topf vom 24. an wie gewöhnlich auf der Tablette des Gewächshauses, aber schon umgeben von dem Gitter, das oben und unten noch offen war. Es geschah dies, um einen zu starken Unterschied in der Belichtung vor und während des Versuches zu vermeiden. Am 27. 10 Uhr morgens wurde die Pflanze isoliert in dem Gitter aufgestellt und dieses selbst oben und unten geschlossen und geerdet. Sofort setzte ein verstärktes Heben des Blattes ein, dem an dem folgenden Tage zwar regelmäßige, aber sehr verminderte Ausschläge folgten.

Kurve 201 (Abb. 39) stammt von einer Pflanze, die in einem +-Gitter im Gewächshaus erzogen war. Die Gelenke waren während des Versuches nicht verdunkelt. Das Blatt zeichnete so lange, als es in seinem +-Gitter stand, vom 22. bis 28. periodische, wenn auch nicht sehr regelmäßige Bewegungen auf. Die Geringheit des Ausschlages vom 27. zum 28. nachts kann durch Temperaturschwankungen hervorgerufen worden sein, die in dem Gewächshaus recht erheblich waren. Vom 28. an stand dann der Topf direkt auf der Tablette ohne Gitter wie alle Pflanzen während der Aufzucht. Von diesem Zeitpunkt ab wird die Kurve sehr unregelmäßig. Die Unregelmäßigkeit setzte hier also ein, als die Pflanze aus den unnormalen in die normalen Verhältnisse kam. Daraus muß ich schließen, daß sich die Bohnenpflanzen jeweils auf die äußeren Verhältnisse einstellen und jede Änderung der Außenbedingungen eine Verschiebung des inneren Gleichgewichts der Pflanze zur Folge hat, die sich auch in den Blattbewegungen äußert.

Unter den normalen, periodischen Änderungen der Außenbedingungen sind die rhythmischen Schwankungen der Leitfähigkeit der Atmosphäre zu berücksichtigen, denen sich die Pflanze

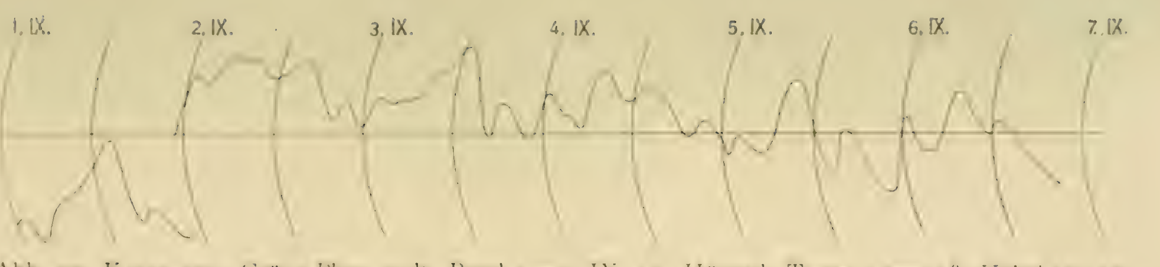


Abb. 37. Kurve 172. Grüne Phas. mult. Basel 1.—7. IX. 15. Hörsaal. Temp. 15—17°. Hebel 10 : 10. 1.—2. IX. Normalkurve. 2. IX. $9^3/_4$—7. IX. $8^1/_2$ Pfl. isoliert innerhalb eines geerdeten Gitters.

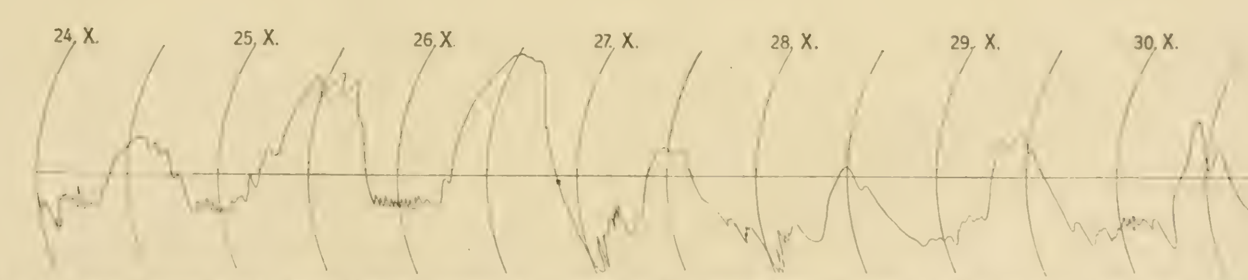


Abb. 38. Kurve 204. Grüne Phas. Basel 24.—30. X. 15. Gewächshaus. Gelenk nicht verdunkelt. Temp. sehr schwankend. Hebel 9 : 0,5. 24. X.—27. X. 10 m. Normalkurve. Pfl. auf der Tablette stehend, vom Gitter umgeben, das oben und unten offen war. 27. X. 10 m.—31. X. Pfl. isoliert innerhalb des geschlossenen und geerdeten Gitters.

angepaßt hat. Der direkte Beweis, daß es eben diese elektrischen Schwankungen der Atmosphäre sind, die die Bewegungen der Bohnenblätter regulieren, ist schwer zu erbringen, da man die Pflanze nicht diesen normalen Veränderungen entziehen kann.

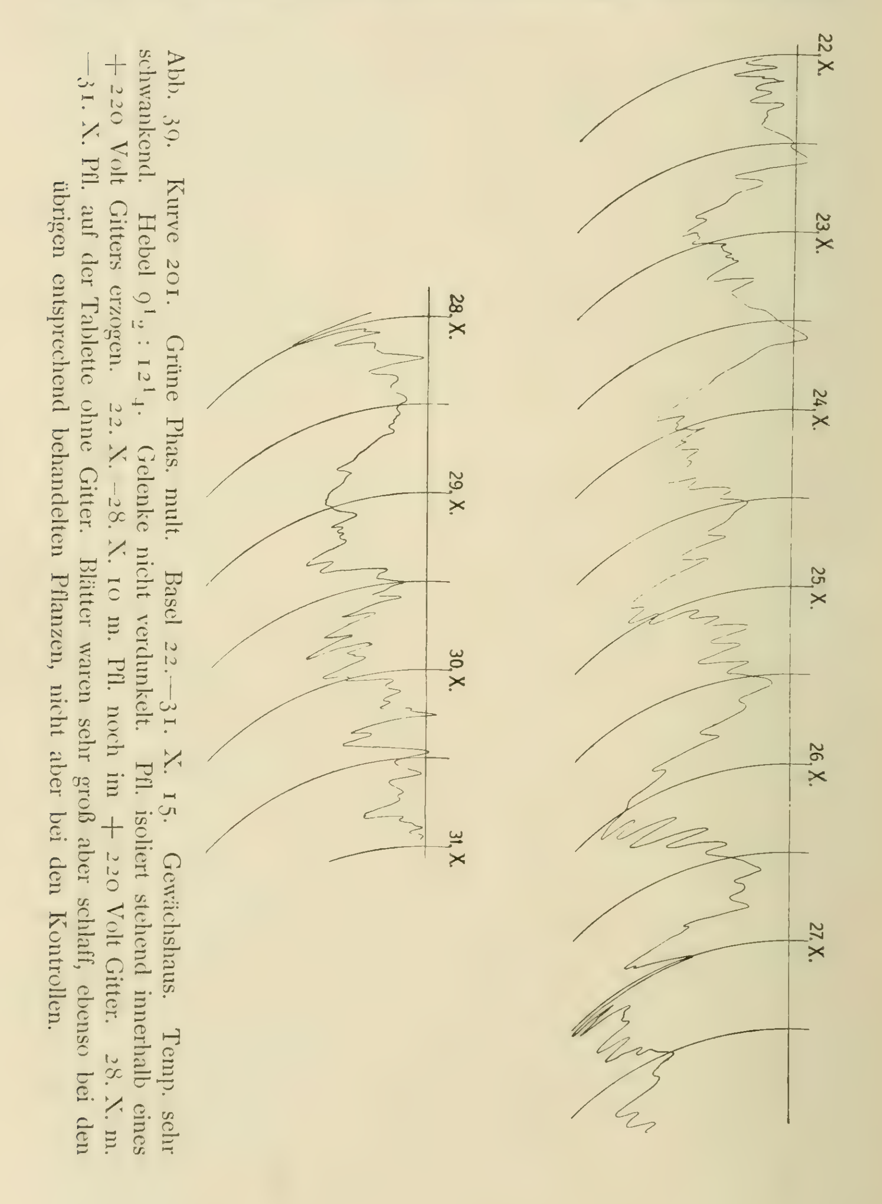


Abb. 39. Kurve 201. Grüne Phas. mult. Basel 22.—31. X. 15. Gewächshaus. Temp. sehr schwankend. Hebel $9^1/_2 : 12^1/_4$. Gelenke nicht verdunkelt. Pfl. isoliert stehend innerhalb eines + 220 Volt Gitters erzogen. 22. X.—28. X. 10 m. Pfl. noch im + 220 Volt Gitter. 28. X. m. —31. X. Pfl. auf der Tablette ohne Gitter. Blätter waren sehr groß aber schlaff, ebenso bei den übrigen entsprechend behandelten Pflanzen, nicht aber bei den Kontrollen.

Es ist aber möglich, die normale Leitfähigkeit der Atmosphäre durch einen konstanten Wert zu erhöhen und die Wirkung dieser Steigerung auf die Pflanze zu beobachten. Die Periodizität bleibt dann natürlich erhalten. Die Ausschlage werden daher periodisch bleiben nur um eine veränderte Mittellage gemacht werden. Es ist begreiflich, daß bei Anwendung geringer Reize die Wirkung im Winter bei der geringeren Leitfähigkeit eher zutage tritt als im Sommer, wo der mittlere Wert an und für sich schon wesentlich höher ist. Bei Anwendung kräftigerer Mittel wird die Pflanze aber leicht geschädigt, so daß die Reaktion dann ganz ausbleibt. So waren die ersten Versuche dieser Art, die ich mit Radium und Dunkelpflanzen anstellte, ergebnislos. Das Resultat war, daß die Blätter entweder ihre Bewegungen einstellten oder sich einrollten, obgleich es sich nur um ein sehr schwaches Radiumpräparat handelte[1]. Einen günstigeren, wenn auch geringeren Erfolg hatte ich, nachdem ich auf einen Rat von Professor Hagenbach hin die ausgebrannten Überreste von Gasglühstrümpfen in die Nähe der Pflanzen brachte und auch die Blätter mit dem Aschepulver bestreute. Die Blättchen eines geladenen Elektroskops schlugen in der Nähe der Asche schnell zusammen. Quantitatve Messungen über die Erhöhung der Leitfähigkeit durch die Gegenwart der Asche konnte ich leider nicht ausführen. Die Versuche sind nur mit grünen Pflanzen gemacht worden. Bei Nr. 259 (Abb. 40) verändert sich der Charakter der Kurve, nachdem die Strumpfasche in die Nähe der Pflanze gebracht wurde. Der alte Typus der Bewegungen kommt in der Kurve wieder zur Geltung, nachdem die Glühstrümpfe am folgenden Tage entfernt wurden. Die Rückkehr in die ursprünglichen Verhältnisse geht natürlich langsam vor sich, da die Wiedervereinigung der Ionen in der Atmosphäre ein Vorgang ist, der sich nur langsam abspielt.

Bei Kurve 246 (Abb. 41) wurde die Pflanze durch die Erhöhung der Leitfähigkeit augenscheinlich verhindert, die Blätter in dem gleichen Maß wie früher zu heben, denn nach dem 10. III. liegt der tiefste Punkt der Kurve durchweg etwas höher als vor der

[1]) Herr Dr. Iselin hatte die Liebenswürdigkeit gehabt, mir das Radiumpräparat zur Verfügung zu stellen. Ich möchte ihm an dieser Stelle für das Entgegenkommen danken.

Abb. 40. Kurve 259. Grüne Phas. mult. Basel 30. III.—6. IV. Lab. II. St. Temp. 17—18°. Hebel 9 : 9,5. 30. III.—31. III. $10^1/_4$ Normalkurve. 31. III. $10^1/_2$ Pfl. durch Glasteller isoliert. 2. IV. 11—3. IV. $9^3/_4$ Leitfähigkeit durch Glühstrumpfasche erhöht. Auch die Blätter mit dem Pulver bestreut 3. IV. $9^3/_4$ Asche so gut wie möglich wieder entfernt. Pfl. blieb auf dem Glasteller bis zum Schluß.

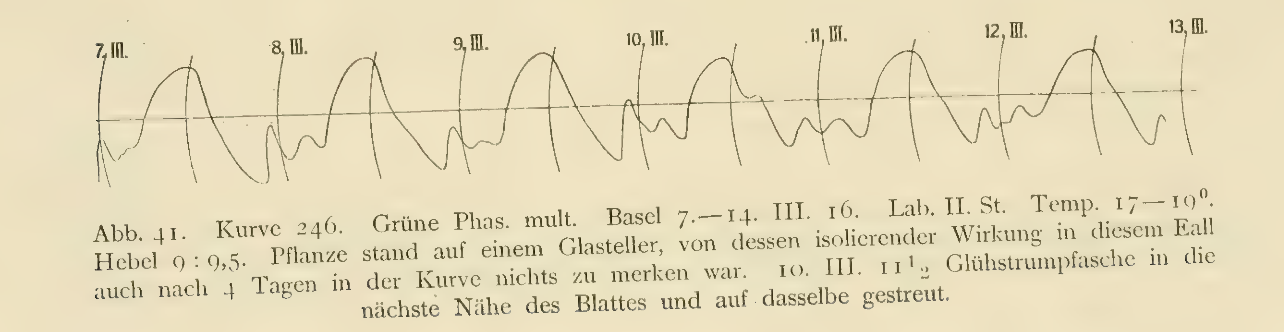


Abb. 41. Kurve 246. Grüne Phas. mult. Basel 7.—14. III. 16. Lab. II. St. Temp. 17—19°. Hebel 9 : 9,5. Pflanze stand auf einem Glasteller, von dessen isolierender Wirkung in diesem Eall auch nach 4 Tagen in der Kurve nichts zu merken war. 10. III. $11^1/_2$ Glühstrumpfasche in die nächste Nähe des Blattes und auf dasselbe gestreut.

Annäherung der Glühstrümpfe. Das entspricht somit dem Umstand, daß morgens bei dem Maximum der Leitfähigkeit der Atmosphäre die Blätter auch ihre tiefste Stellung einnehmen.

Nach diesen Resultaten scheint es mir ohne Zweifel, daß in der Leitfähigkeit der Atmosphäre ein, vielleicht der hauptsächlichste Faktor, zu sehen ist, der für die Regulation der Schlafbewegungen in Betracht kommt. Ausgeschlossen bleibt es jedoch nicht, daß noch ein anderer Reiz, der vorläufig noch unbekannter Natur wäre, ebenfalls regulierend eingreift.

Soweit die bisher ausgeführten Versuche es gestatten, scheint die Zufuhr —-Elektrizität zu den Wurzeln und die Abgabe + geladener Teilchen durch die oberirdischen Organe für die Bewegungen unbedingt erforderlich zu sein. Ob auch noch eine Aufnahme von Elektrizität durch die Blätter und Abgabe durch die Wurzeln stattfindet, ob Assimilation und Atmung elektroenergetisch vielleicht entgegengesetzte Vorgänge sind, darüber vermag ich bis jetzt nichts zu sagen. Das müssen weitere, auf Grund der mitgeteilten Erfahrungen ausgeführte Veruche feststellen.

IX. Theoretisches.

Die vorstehenden Versuche zeigen, daß die Blätter von Phaseolus auf Störungen des elektrischen Gleichgewichtes der Pflanze mit Blattbewegungen reagieren. Es ist gleichgültig, ob diese Störung veranlaßt wird durch Anfassen der Pflanze oder durch Einschieben oder Fortnehmen einer Isolation oder durch eine der Pflanze zugeführte statische Ladung. Auf Grund dieser Tatsachen habe ich die Überzeugung gewonnen, daß es Vorgänge elektrischer Natur sind, die die Blattbewegungen tagesrhythmisch regulieren. Es muß also ein tagesrhythmisch sich verändernder elektrischer Reiz auf die Pflanzen wirken. Dieser besteht in den periodischen Veränderungen der atmosphärischen Leitfähigkeit. Die Übereinstimmung einer Normalkurve mit dieser Leitfähigkeitskurve stützen die Annahme, die diese beiden Erscheinungen in einen ursächlichen Zusammenhang bringt.

Es liegen schon Beobachtungen über elektrische Erscheinungen in der Pflanzenwelt vor, sie beziehen sich auf das Vorhandensein von elektrischen Strömen in den Geweben. In der Pflanzenphysiologie von Pfeffer (1904, S. 861) und der von

Jost (1913, S. 331) ist die meiste diesbezügliche Literatur zusammengestellt und kritisch besprochen. Über die Ursache des Entstehens dieser elektrischen Ströme liegen meines Wissens nach keine genaueren Angaben vor. Einer der wesentlichsten Faktoren hierfür sind jedenfalls die Konzentrationsketten, die durch die Semipermeabilität der Plasmamembranen zustande kommen.

Hannig (1912) stellte fest, »daß im allgemeinen der osmotische Druck in den Wurzelgeweben geringer ist wie in den Blattzellen.« Auch Pringsheim (1906) fand, »daß der Turgordruck von der Basis nach der wachsenden Spitze hin zunimmt«, während nach den neuesten Untersuchungen von Ursprung und Blum (1916, S. 88 u. f.), der osmotische Wert nicht nur in den verschiedenen übereinander liegenden Schichten verschieden ist, sondern auch in den Geweben des gleichen Querschnittes nach der Art der Zellen schwankt. Im allgemeinen ist nach diesen neuen Untersuchungen in Wurzel, Stengel, Blattstiel und Spreite der osmotische Wert in denselben Geweben jeweilig an der Basis des Organs gewöhnlich größer als an der Spitze desselben.

Diese Konzentrationsunterschiede müssen elektrische Ströme verursachen, die wiederum einen Transport von Ionen und Wasser im Pflanzenkörper bedingen. Dieser Vorgang wird so lange in einer Richtung weitergehen, bis andere Kräfte, in erster Linie wohl osmotische, dem durch die elektrischen Ströme verursachten Stofftransport gerade das Gleichgewicht halten. Es müßten dann also die elektrischen Ströme aufhören, wenn nicht durch den Chemismus des Pflanzenkörpers, besonders in Wurzeln und Blättern, dieses Gleichgewicht beständig gestört würde. Zudem darf die Leitfähigkeit der Atmosphäre nicht außer acht gelassen werden, die je nach ihrer Eigenladung auch die der Pflanze beeinflussen wird. Dieser Faktor wurde bisher übersehen, so daß Nathansohn (1910, S. 445) zu der Überzeugung kam, daß die durch die verschiedenen Potentiale in der Pflanze aufgespeicherte Energie für diese ohne Nutzen sei.

Den Beweis für einen elektrischen Ausgleich zwischen Pflanze und Atmosphäre glaube ich durch die vorliegenden Versuche erbracht zu haben, wenn es auch aus technischen Gründen nicht möglich war, durch ein periodisch wechselndes Herauf-

und Herabsetzen der Leitfähigkeit der Atmosphäre die Blätter zu dem entsprechenden Bewegungsrhythmus zu veranlassen. Die Annahme einer Abhängigkeit der Blattbewegungen von der Leitfähigkeit der Luft wird besonders stark gestützt durch die Versuche in einem geerdeten Gitter. Eine vollständige Isolation der Pflanze ist auch da unmöglich. Die von mir angewendeten Gitter von etwa 1 mm Lochgröße genügten jedenfalls nicht, um die β-Strahlen der Emanation, — denn um diese wird es sich wohl in erster Linie handeln — alle abzufangen. Außerdem wurde durch das tägliche Öffnen des Gitters zum Begießen frische, also geladene Atmosphäre in die Umgebung der Pflanze gebracht, und es mag sich auf der Oberfläche des Gitters und wohl auch der Pflanze selbst ein Niederschlag von Emanation gebildet haben, wie es Elster und Geitel (1909, S. 126), an Baumwipfeln und Grashalmen feststellen konnten. Die Emanation und ihre Wirkungen umgeben eben überall die Organismen, es ist nicht möglich, sich ihnen zu entziehen (Gager, 1907). Darum ist es auch unmöglich, die Pflanzen vor der Emanationswirkung der Atmosphäre ganz zu schützen. Ernest und Záček berichteten 1913 in einer leider nur sehr kurzen Mitteilung über die Erhöhung der Leitfähigkeit der Atmosphäre durch die Nähe von Koniferenzweigen. Da diese Wirkung sich nur so lange zeigte, als die Zweige lebendig waren, so kann es sich in diesem Fall nicht um einen Niederschlag von Emanation handeln, sondern er ist ein anderer Beweis für die elektrischen Beziehungen zwischen Atmosphäre und Pflanze, die mit der Lebenstätigkeit derselben verbunden ist.

Die Bewegungen der Phaseolus-Blätter sind Variationsbewegungen, die hervorgerufen werden durch Wasseraufnahme der Gelenkzellen oder Austritt von Zellsaft in die Interzellulare. Es handelt sich also bei dem Problem der Schlafbewegunger um die Frage: Wie kommen diese Wasserverschiebungen in dem Gelenk zustande? Daß bei Beantwortung dieser Frage ernährungsphysiologische Probleme herangezogen werden müssen, ist selbstredend. Den Stoffumsatz in der Pflanze können wir uns bei dem heutigen Stand der Kenntnisse ohne Veränderungen auf elektrischem Gebiet nicht denken. Nehmen wir

doch heute eine Aufnahme und Wanderung nicht von Salzen, sondern von Ionen in der Pflanze an, und bedingen die synthetischen und analytischen Vorgänge im Organismus doch stets ein Freiwerden oder Binden elektrischer Einheiten.

Gehen wir einen Schritt weiter in den Folgerungen, die sich auf diesen Anschauungen aufbauen, so müßte der ganze Stoffwechsel in der Pflanze bis zu einem gewissen Grade unter dem Einfluß der luftelektrischen Perioden stehen. Hierfür fehlt es heute schon nicht mehr an Belegen. Der von Ursprung und Blum (1916, S. 105) festgestellte periodische Wechsel des osmotischen Druckes ist die nächstliegende Bestätigung. Auch zeitlich stimmt der Wechsel im osmotischen Druck mit den elektrischen Perioden überein. Das Minimum liegt bei all den untersuchten Pflanzen und Geweben in den Morgenstunden. Auch noch andere Vorgänge halten die gleichen Perioden inne.

So hat Jost (1916) neuerdings wiederum auf die Periodizität des Blutens bei Pflanzen hingewiesen; nachts liegt das Minimum. Leider fehlen genauere zeitliche Angaben. Die ältere diesbezügliche Literatur ist in der gleichen Arbeit zitiert.

Karsten (1915) fand, daß das Maximum von Kernteilungen bei oberirdischen, im Dunkeln gewachsenen Sprossen von Pisum zu Beginn der Nacht nach 11 Uhr, bei Zea dagegen etwa um 4 Uhr morgens erreicht wurde. Die Kernteilungen in den Wurzelspitzen hingegen verliefen den ganzen Tag über gleichmäßig. Da dieses Phänomen auch bei Dunkelpflanzen auftrat, so sieht Karsten hierin ein gewisses »Beharrungsvermögen«, das so weit geht, daß die Periodizität der Mutterpflanze auch ohne jede Beeinflussung durch äußere Faktoren den Nachkommen vererbt wird. Diese Auffassung stimmt überein mit der von mir ursprünglich für die autonome Periodizität der Bohnenblätter ausgesprochenen. Ich habe dieselbe fallen lassen auf Grund der Erfahrungen an ausländischen Bohnen. Es wäre interessant, denselben Versuch auch für die Kernteilungen mit ausländischem Material anzustellen. Doch möchte ich jetzt schon glauben, daß der Erfolg derselbe wäre wie bei den Bohnenblättern und zwar auf Grund der Tatsache, daß die Periodizität sich nur an den oberirdischen Sprossen zeigt. Diese sind es aber gerade, die dem Einfluß der Schwankungen der atmosphä-

rischen Elektrizität am meisten ausgesetzt sind. Zudem ist es auffallend, daß das Maximum der Kernteilungen bei Zea ungefähr auf dieselbe Stunde trifft, die auch der Wendepunkt für die Bewegung der Bohnenblätter ist. Pisum setzt zwar mit der durch die Menge der Kernteilungen sich äußernden erhöhten Lebenstätigkeit schon früher ein, etwa 11 Uhr nachts, damit ist dann aber nur gesagt, daß diese Pflanze möglicherweise empfindlicher ist gegenüber den Schwankungen des elektrischen Stromes.

Auch über ein periodisches Längenwachstum liegen Angaben vor. Baranetzky (1879) wies es für die Keimlinge von Brassica rapa nach, Godlewski (1889) beobachtete es bisweilen an etiolierten Phaseolus-Epikotylen und Stebler bei Keimlingen von Secale cereale. Es wäre wünschenswert, wenn diese Untersuchungen mit genauen Zeitangaben wiederholt würden. —

Fehlt es somit heute schon nicht mehr an Anhaltspunkten für die Berechtigung meiner Anschauung, so können wir auf die Frage, in welcher Weise die elektrischen Bedingungen in den Stoffwechsel und Energiehaushalt der Pflanze eingreifen, nur Vermutungen anstellen.

Nach Czapek (1915, S. 105) und Tschirch (1915) sind die Membrankolloide der Wurzelhaare und ihre elektronegative Ladung die Vorbedingung für die Aufnahme der Bodensalze respektive Ionen. Hieraus muß natürlich eine ungleiche Aufnahmefähigkeit für Kationen und Anionen folgen, die auch von Pantanelli (1915) festgestellt worden ist, sowie die Abhängigkeit dieser Aufnahme von verschiedenen äußeren Einflüssen. Da nun nach Ostwald semipermeable Membranen wie Elektroden wirken, so muß jede Ionenaufnahme durch eine Zelle einen Einfluß ausüben auf die benachbarte infolge Verschiebung des energetischen Gleichgewichts. Hierauf wird jedenfalls die Veränderung der Farbstoffaufnahme durch die Zellen bei Zusatz von Neutralsalzen beruhen, worüber Endler (1912) bei seinen Untersuchungen, S. 405, sagt: „Man kann die Förderung der Exosmose der Salze mit der Förderung der Endosmose vergleichen. Die vollständige Hemmung des Farbstoffdurchtritts durch den Protoplasten tritt in beiden Fällen dann ein, wenn der ursprünglich elektronegative Protoplast durch das Kation

des zugesetzten Salzes elektropositiv aufgeladen wurde. Wie ein Farbstoffanion den elektronegativen Protoplasten nicht oder nur in geringem Maße passieren kann, so kann auch jetzt das Farbstoffkation den elektropositiven Protoplasten nicht durchdringen.« Die Stoffaufnahme durch die Zelle ist also ein Vorgang, der abhängt von der Ladung des Protoplasten oder seiner semipermeabeln Membranen. Daß dies aber nicht der einzige Faktor ist, geht aus den Untersuchungen von Osterhout (1913) und Tröndle (1915) hervor, die einen sehr erheblichen und verschiedenartigen Einfluß besonders der Kationen auf die Permeabilität der Plasmamembranen fanden. Die Resultate, die von Osterhout an Laminariastielen durch Widerstandsmessungen des Gewebes, von Tröndle an Lupinuswurzeln durch die plasmolytische Methode gewonnen wurden, zeigen, daß die einwertigen Kationen (K und Na) die Permeabilität stark fördern, die zweiwertigen, besonders Ca, setzen sie nach Osterhout wesentlich herab. Dadurch ist den einzelnen Zellen die Möglichkeit gegeben, ihre Permeabilität zu regulieren. Daß dies geschieht, geht aus den Versuchen Tröndles (1910) über die Permeabilitätsänderung der Plasmamembranen durch das Licht hervor. Möglicherweise ist auf diese Permeabilitätsänderung die Zersetzung des Kalziumoxalats im Licht von Einfluß, wodurch die Ca-Ionen frei, also in einen Zustand versetzt werden, der auf die Permeabilität der Membranen einwirkt.

Damit steht Tröndles Ansicht, daß diese Permeabilitätsänderung eine typische Reizreaktion ist, natürlich nicht im Widerspruch. Es kommt nur darauf an, was man unter einer Reizreaktion versteht. Die Annahme von etwas Psychischem, wenn auch in noch so primitiver Form, wie Tröndle (1915, S. 72) es bei der Auslösung eines Reizprozesses für möglich hält, scheint mir bei der innigen Verkettung so vieler Vorgänge, die wir bis jetzt noch gar nicht übersehen können, ganz unnötig. Die Abhängigkeit der Reaktion von der Reizgröße beweist schon, daß rein physiologische Vorgänge diese beiden Teile des Reizprozesses verbinden. Die Erfahrung, daß in narkotisiertem Zustand keine Permeabilitätsänderung der Pflanzenzellen eintritt, ist auch kein Beweis gegen eine rein physikalisch-chemische Deutung derselben. Pantanelli (1915) fand, daß bei schwach

narkotisierten Zellen die Schnelligkeit des Eindringens der schädlichen Ionen mehr gefördert wird als der ernährungsphysilogisch wichtigen. Es kommt also ganz darauf an, mit welchen Substanzen die Versuche über Permeabilitätsänderung gemacht werden. Das NaCl, das Tröndle anwendete, ist leider von Pantanelli nicht in die Reihe seiner Untersuchungen mit einbezogen. Bei der Unübersehbarkeit der Vorgänge im Pflanzenkörper ist es leicht zu verstehen, daß oft Ursache und Wirkung in einem so ungleichen Verhältnis zueinander stehen, wie bei einem Reizprozeß.

Ein Schwanken der Mengen von Kalziumoxalat in den Pflanzenzellen ist nicht nur unter dem Einfluß des Lichtes, sondern auch der Jahreszeit beobachtet. Simon (1914, S. 180) fand eine starke Zunahme desselben nach dem Aufhören des Dickenwachstums bei manchen tropischen Holzarten. Nach seiner und der fast überall angenommenen Ansicht liegt das Wesentliche dieser Tatsache darin, daß die Oxalsäure unschädlich gemacht wird. Nach den neueren Erfahrungen halte ich es mit Tschirch (1915) für ebenso möglich, daß diese Schwankungen des Oxalatgehaltes, teleologisch betrachtet, auf den physiologischen Wirkungen des Calciums beruhen, das durch die Oxalsäure zeitweise aus dem Stoffwechsel ausgeschaltet wird.

Mit der Wanderung der Ionen im Pflanzenkörper hängt zweifellos auch eine Verschiebung des Wassers zusammen, die bisher bei den verschiedenen Erklärungen des Saftsteigens unberücksichtigt geblieben ist. Es ist bekannt, daß mit der Wanderung der Ionen eine Wasserüberführung stattfindet, die nicht allein durch Elektroendosmose erklärt werden kann. Es muß eine Wasserhülle um das wandernde Ion angenommen werden, die nach den Versuchen von Remy (1915) im Freiburger chemischen Institut für ein Chlorion 6 bis 10 Mol beträgt in einer 0,5 normalen Lösung bei Anwendung von Gelatine zur Fixierung des ursprünglichen Mittelpunktes des Elekrolyten.

In der freien Natur und bei höheren Gewächsen werden die Potentialdifferenzen der Atmosphäre wahrscheinlich auch noch fördernd für die elektrischen Vorgänge im Pflanzenkörper sein. Außerdem ist die Ionisation der Luft in den oberen Luftschichten wesentlich höher. Kähler (1911) fand schon in einem Abstand

von 1 m meßbare Unterschiede in der Entladungsgeschwindigkeit seiner aufgespannten Drähte. Auf diesen veränderten Verhältnissen der höheren Luftschichten gegenüber den niederen mag vielleicht das ungleiche Verhalten älterer und jüngerer Exemplare derselben Baumart zurückzuführen sein, das Simon (1914, S. 150) und Volkens in den Tropen beobachteten.

Auch eine von v. Tubeuf gemachte Erfahrung ist zweifellos auf die auch ohne Gewitter stets schwankenden luftelektrischen Erscheinungen zurückzuführen.

v. Tubeuf (1903) beschreibt das Krankheitsbild einer größeren Anzahl von Fichten, Kiefern, sowie einiger Lärchen in Altholzbeständen und bei höheren Stangen von Jungholzbeständen. Die Bäume hatten eine 2 bis 3 m lange dürre Spitze, freistehende Exemplare sogar 4 bis 5 m. Die Knospen der Triebe waren im Winterzustand, die der nächst unteren hatten noch schwache Maitriebe entwickelt. Die Erkrankung muß demnach in der Vegetationsruhe eingetreten sein. Im Stamm zeigten die Bäume die von Hartig (1899) beschriebenen Blitzspuren. Gemeinsam mit Dr. Zehnder konnte v. Tubeuf (1903) zeigen, daß dieselbe Art von Erkrankung auftrat bei Durchleiten von künstlich erzeugten elektrischen Funkenströmen bei eingetopften Koniferen im Laboratorium. Die Verf. sagen daraufhin: »Wir müssen also wohl die Ursache der Gipfeldürre von Fichten namentlich in länger andauernden aber verhältnismäßig schwächeren Entladungen suchen, wie sie oft nach Eintreten des Regens zustande kommen und nicht durch einen einzigen helleuchtenden Blitzstrahl gekennzeichnet werden.«

Solche abnorme Entladungen können leicht zustande kommen, wenn gleichzeitig mit hoher Potentialdifferenz eine starke Leitfähigkeit der Atmosphäre vorkommt. Im allgemeinen sind die Kurven dieser beiden Faktoren gerade entgegengesetzt (Abb. 20, S. 637). Während die Potentialdifferenz im Winter hohe Werte annimmt, ist die Leitfähigkeit gering. Doch sind die Kurven der beiden Erscheinungen nicht so regelmäßig, als daß nicht auch einmal gelegentlich eine ansehnliche Leitfähigkeit mit einer großen Potentialdifferenz zusammentreffen könnte.

Ist dies aber der Fall, so kann auch ohne Gewitter ein kräftiger elektrischer Ausgleich zwischen atmosphärischer Elek-

trizität und der Ladung der Pflanze stattfinden, der diese schädigen kann, ohne daß es dabei zu einer Lichterscheinung kommt. Damit ist v. Tubeufs Einwand begegnet, der sagt (1903b, S. 445): »Die größte Schwierigkeit bot die Vorstellung der Art einer Ausgleichung zwischen der Wolkenelektrizität und jener entgegengesetzten, welche ihr in den Gipfeln der Fichten gegenüber stand, weil niemand das etwa anzunehmende Funkenaussprühen in so großer Ausdehnung, daß hunderte von Baumspitzen getroffen werden, direkt beobachtet hat.«

Es ist auffallend, daß Hartig (1899) die Blitzspuren hauptsächlich in der jüngeren Rinde nachweisen konnte. Diese Bahnen haben demnach für den elektrischen Funken eine besondere Anziehungskraft. Ob hierfür der Grund in den fortlaufenden Eiweißsträngen der Siebröhren liegt, mag dahingestellt bleiben. Ich möchte mit dieser Beobachtung aber auch in Zusammenhang bringen, daß, wie Stahl (1912) angibt, der elektrische Funke besonders gern auf den Rippen der Blattunterseite entlang läuft. Auch die von ihm beobachtete Tatsache, daß der elektrische Funke gerne durch die Spaltöffnungen des Blattes in das Innere desselben übergeht, beweist, daß innerhalb der Gewebe eine Anziehungskraft für die Elektrizität besteht. Diesen inneren elektrischen Erscheinungen der Bäume muß jedenfalls eine Bedeutung zuerkannt werden bei Beurteilung der Anziehungskraft der verschiedenen Baumarten für die atmosphärische Elektrizität.

Tritt bei außerordentlichen Verhältnissen, wie bei Gewitter oder den von v. Tubeuf beschriebenen Fällen, ein Ausgleich der Luftelektrizität und der Pflanzenladung ein, so liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß dies, wenn auch in schwächerem Maße, nicht dauernd bei den Pflanzen der Fall sein sollte. In welcher Art dieser Ausgleich stattfindet, darüber Hypothesen anzustellen, ist jetzt noch verfrüht, doch möchte ich die Aufmerksamkeit auf einige Angaben in der Literatur lenken, die für die Wahrscheinlichkeit solcher Vorgänge sprechen.

Zunächst erinnere ich noch einmal an die Beobachtungen von Klein (1898) und Haake (1892) über die Abhängigkeit der elektrischen Ströme in der Pflanze von Assimilation und Atmung. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei diesen Funktionen

Atom- oder Molionen (ein geladenes Aggregat mehrerer Moleküle) abgegeben oder aufgenommen werden; ich halte es sogar für möglich, daß der durch intramolekulare Atmung gewonnene Sauerstoff physikalisch nicht gleichwertig ist mit dem aus der Luft gewonnenen und die intramolekulare Atmung infolgedessen ein mit einem Verlust von elektrischer Energie verbundener Prozeß ist[1].

Ferner seien Angaben erwähnt, die in Beziehung zu bringen sind zu der Zuckersynthese in der Pflanze.

Usher und Pristley (1912) stellten fest, daß wasserhaltige CO_2 bei gewöhnlichem Licht im Blatt umgewandelt wird in HCOH und H_2O_2. Im Experiment war dasselbe Resultat zu erzielen durch Bestrahlen einer Lösung von CO_2 in Wasser durch Radiumemanation oder eine Quecksilberquarzlampe. Letztere hat bekanntlich durch ihren großen Reichtum an ultravioletten Strahlen ebenso wie das Radium eine stark ionisierende Wirkung.

Stoklasa, J., Sebor, J., Zdobnicky, V. (1913) konnten unter dem Einfluß von Radiumemanation eine Bildung von Zucker aus nascierendem Wasserstoff und CO_2 in Gegenwart von K_2CO_3 nachweisen, während Moore and Welster (1914) nach Durchleiten von CO_2 durch eine sehr schwache Lösung von kolloidalem Uraniumhydroxyd eine positive Aldehydreaktion nach Schiff und Schryver erhielten.

Endlich sagt Stoklasa (1914) bei seinen Untersuchungen über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die chlorophyllhaltige Zelle S. 203: »Daß diese ultravioletten Strahlen auf die chlorophyllhaltigen Pflanzenorgane eine große formative Wirkung ausüben, ist auf Grund unserer Untersuchungen heute eine feste Tatsache. Genau so wie die ultravioletten Strahlen für die Bildung des Chlorophylls sowie für die photosynthetische Assimilation äußerst wichtig sind, kann diese Energiequelle infolge längerer Einwirkung eine gewaltige Zerstörung des Zellebens

[1]) Nach Abschluß der Arbeit sind mir die Untersuchungen von Spoehr, H. A. Bot. Gaz. **59**, 1915 Variations in respiratory activity in relation to sunlight durch das Referat in der Zeitschr. f. Bot. bekannt geworden. Da mir das Original selbst bislang nicht bekannt ist, will ich auf die Resultate nicht weiter eingehen, doch scheinen sie mir schon eine Bestätigung der obigen Vermutung zu sein.

verursachen, was dann das Absterben des Protoplasmas zur Folge hat.«

Alle diese Angaben, denen noch weitere aus der Literatur hinzuzufügen wären, geben, so sehr sie auch untereinander verschieden sind, übereinstimmend ein Zeugnis dafür, daß mit Hilfe von strahlender Energie Synthesen im Reagensglas erzielt werden können, die sich in einer vielleicht ähnlichen Art in den grünen Blättern im Licht zutragen. Dabei wirken die verschiedenen Strahlen gleichartig, vorausgesetzt, daß sie eine ionisierende Wirkung haben, wie die ultravioletten und Radiumstrahlen.

Aber nicht nur bei den Vorgängen der CO_2-Synthese dürfte dieser Energiequelle eine hervorragende Bedeutung zukommen, sondern sie wird auch in Anspruch genommen für die Stickstoffassimilation durch die Pflanzen aus der Atmosphäre. Baudisch (1914) gibt in einem Referat in den Naturwissenschaften eine Übersicht über seine diesbezüglichen Untersuchungen und Ansichten.

So darf es kaum mehr einem Zweifel unterliegen, daß der natürliche Emanationsgehalt der Atmosphäre als Energiequelle für die Pflanze von der größten Bedeutung ist. Durch künstliche Steigerung desselben sind verschiedenartige Reaktionen bei den Pflanzen erzielt worden, indem dies Mittel in kleineren Dosen für die Lebenstätigkeit der Pflanze meist von Vorteil, in größeren von Nachteil ist. Der Grund für diese doppelte und entgegengesetzte Wirkung ist verständlich. Ist die Störung des energetischen Gleichgewichts nur so gering, daß die Pflanze imstande ist, sich normal mit ihrem Chemismus den neuen Verhältnissen anzupassen, so muß infolge der Anregung ein intensiverer Stoffumsatz in der Pflanze vor sich gehen. Übertrifft aber die Ionisation das Maß dessen, was die Protoplasten chemisch normal leisten können, so werden sie zu anormalen Reaktionen veranlaßt, und damit der Organismus geschädigt werden.

Diese Anschauung läßt auch die Erklärung für die von Molisch (1912) beobachtete Tatsache finden, daß das Radium für das Treiben der Pflanzen nicht in allen Monaten von gleicher Wirkung ist. Wie aus den in Abschnitt VII wiedergegebenen Kurven zu sehen ist, besteht für die Leitfähigkeit der Atmosphäre

auch eine Jahresperiodizität (Abb. 20, S. 637). Sie nimmt ab vom August bis Dezember, steigt im Januar langsam und vom Februar an rasch an. — Nach Molisch fällt die günstige Radiumwirkung in die Monate November, Dezember. Im Januar, Februar wirkt die Bestrahlung bei längerer Einwirkung schon schädlich. Das Radium hat also nur zu den Zeiten eine günstige Wirkung, wo die natürliche Leitfähigkeit der Atmosphäre sehr niedrige Werte erreicht. Der Gedanke liegt nahe, daß die günstige Wirkung des Radiums in den Wintermonaten dadurch bedingt ist, daß die natürliche Leitfähigkeit der Atmosphäre + der durch das Radium verursachten ein bestimmtes, für die Pflanze günstiges Maß, nicht übersteigt. Diese Erhöhung der Leitfähigkeit muß eine vermehrte Abgabe oder Aufnahme von Elektrizität durch die Zellen und damit eine gesteigerte Lebenstätigkeit derselben zur Folge haben. In den Sommermonaten, wo die normale Leitfähigkeit der Atmosphäre ohnehin schon wesentlich höher ist, macht sich die künstliche Steigerung derselben schon in einer Schädigung der Pflanze geltend.

Wenn diese Annahme über die Wirkung der Leitfähigkeit der Atmosphäre auf die Zellen zu Recht besteht, so würde sie ein neues Licht werfen auf die Vermutung von Klebs, daß die Jahresperiodizität in Zusammenhang steht mit der Nährsalzaufnahme. Der durch die Leitfähigkeit der Atmosphäre bedingte, periodisch wechselnde Grad der Lebenstätigkeit der Zellen muß eine entsprechend wechselnde Ionenaufnahme zur Folge haben. Natürlich hängt diese Aufnahme auch von der Menge der Bodensalze ab. Es wird eine Wechselwirkung bestehen zwischen der Ionenkonzentration im Boden und der elektrischen Ladung der Zellmembranen. Diese aber muß in einem Abhängigkeitsverhältnis von der Ionenmenge der Atmosphäre stehen. In diesem Ineinandergreifen der Lebensbedingungen sehe ich auch den Grund, daß Klebs (1915) bei fast sämtlichen im Heidelberger Gewächshaus durchgeführten und in seiner Arbeit besprochenen Versuchen im Dezember bis Anfang Januar ein Zurückgehen beziehungsweise einen Stillstand der Entwicklung feststellte. Er begründet dieses Zurückgehen durch den Lichtmangel in dieser Jahreszeit. Dieser Umstand kann aber nur dann dafür verantwortlich gemacht werden, wenn durch Versuche

mit abgeschwächtem Licht in einer anderen Jahreszeit, z. B im Mai oder Juni ein Rückgang der Entwicklung in dem gleichem Maße wie im Dezember zu erreichen ist. Daß bei völligem Verdunkeln das Wachstum meist ganz sistiert wird, kann nicht wundernehmen und beweist in dieser Hinsicht nichts. Durch den völligen Lichtmangel wird die Pflanze jedenfalls in mehr als in einer Hinsicht geschädigt. Der Lichtmangel im Winter ist für den Rückgang der Vegetation in dieser Jahreszeit bei den Klebsschen Versuchen wohl sicherlich von Einfluß, ob es aber der einzige Grund ist, muß erst bewiesen werden.

Durch Went und Rutgers (1915) sind wir noch mit einer anderen periodischen Erscheinung, den Blühperioden von Dendrobium crumenatum, unlängst näher bekannt gemacht. Nach Ansicht der Verfasser kommen nur Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre als auslösende Faktoren für das Auftreten derselben in Betracht. Eine Veränderung der Außenbedingungen durch Begießen der Pflanzen mit warmem Wasser hatte bei den betreffenden Exemplaren kein Verschieben ihrer Blühperioden zur Folge. Sie hängen aber von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen ab. Nach den Angaben der Verfasser halte ich es für sehr möglich, daß die auch von der Luftelektrizität abhängigen energetischen Bedingungen für das Aufbrechen dieser Orchideenblüten bestimmend sind, die natürlich in zwei in der Nähe befindlichen Gewächshäusern nicht ganz gleich zu sein brauchen, aber immerhin ähnlicher als an entfernter liegenden Orten. Das Zusammenfallen einer Blühperiode in Utrecht, Bonn und Hamburg nach anhaltend gleichartiger sonniger Witterung in Nordwest-Europa spricht für meine Anschauung; Regenfälle verursachen bekanntlich eine starke Veränderung der atmosphärischen Ladung.

Ein einwandfreier Beweis dafür, daß die Luftelektrizitat als Energiequelle für das Leben der Pflanzen und damit für das Auftreten vieler periodischer Erscheinungen von wesentlicher Bedeutung ist, wird sich experimentell schwer erbringen lassen. Schon allein der Mangel an den erforderlichen physikalischen Einrichtungen in den botanischen Instituten, besonders für luftelektrische Messungen ist ein schwerwiegendes Hemmnis. Die

ausgesprochenen Ansichten sollen daher nicht auf den Wert wissenschaftlicher Behauptungen gestellt werden, sondern sie mögen als Anregung zu weiterem Forschen auf einem bisher ganz unbebautem Gebiet gelten. Ich möchte vorläufig auch noch nicht behaupten, daß die Jahres- und Tagesperiodizität einzig und allein durch den rhythmischen Wechsel der Außenfaktoren bestimmt ist, und die spezifische Struktur der Pflanzen nicht auch eine, vielleicht durch Selektion erworbene Rhythmik ihrer Entwicklung besitzt. Man kann sich vorstellen, daß solch eine Rhythmik festgelegt ist durch das Ineinandergreifen und den Verlauf der Reaktionen im Pflanzenkörper, wie bei dem Entstehen der Liesegangschen Zonen. Auf derartige Vorgänge hat auch Küster (1913) schon hingewiesen. Der Vergleich Pfeffers mit einem in Bewegung befindlichen Pendel erweckt leicht eine andere, wenigstens sehr einseitige Vorstellung. Die Bezeichnung einer autonomen Rhythmik wäre, wenn nicht in dem von Semon angeregten, mnemischen Sinn gebraucht, den möglicherweise bestehenden Verhältnissen entsprechender. — Es liegen eine Anzahl Beobachtungen vor, die für das Vorhandensein solch einer autonomen Rhythmik sprechen, sie aber auch noch nicht beweisen. Es sei zunächst an das Aufblühen der Knospen von Calendula arvensis im Dunkeln erinnert (Stoppel und Kniep 1911). Man kann sie zu jeder beliebigen Tagesstunde zum ersten Öffnen bringen, ist aber diese erste Öffnungsbewegung ausgeführt, so folgen die nächsten im 24stündigen Rhythmus. Sogar verschiedene Blüten derselben Pflanze führen ihre Bewegungen unabhängig voneinander, aber jede in 24stündigen Zwischenräumen aus. — Ferner fand Pfeffer (1915, S. 54), daß die Blätter von Phaseolus vitellinus nach invers induziertem 12:12stündigem Rhythmus bei folgendem Dauerlicht nicht plötzlich wieder zu dem ursprünglichen, normalen Rhythmus zurückkehren, sondern den neuen Rhythmus zunächst annähernd beibehalten. Die Bewegung wird aber jeden Tag um einige (2 bis 3) Stunden beschleunigt, so daß die maximale Senkbewegung am 4. Tag schon um die Mitternachtsstunde fiel. Von da ab scheint sie sich konstant um diese Stunde zu halten. Daß dieser Augenblick früher liegt als bei den von mir beobachteten Dunkelblättern, mag auf der

dauernden Lichtwirkung oder anderen örtlich oder zeitlich wirkenden Einflüssen beruhen, die sich nicht ohne weiteres übersehen lassen. Schließlich spricht für einen 24stündigen Rhythmus im Pflanzenkörper der Umstand, daß die Normalkurven verschiedener Pflanzen voneinander stark abweichen, nur die großen Ausschläge sind zeitlich übereinstimmend. Dabei ist die Kurve eines Blattes, das möglichst ungestört sich bewegte, an den verschiedenen Tagen sehr ähnlich. So beobachtete ich häufig, daß eine bestimmte Zacke in der Kurve genau um dieselbe Stunde an verschiedenen Tagen von einem Blatt wiederholt geschrieben wurde, nicht aber von anderen gleichzeitig registrierenden Blättern. Hieraus geht also hervor, daß die kleinen Oscillationen nicht direkt durch die augenblicklich einwirkenden Außenfaktoren bestimmt sind, sondern von den inneren Bedingungen abhängen.

Pfeffer (1915, S. 34) beobachtete, daß von den Blättern der Albizzia lophantha in einem 6:6stündigen Beleuchtungswechsel entsprechende, abwechselnd größere und kleinere Schwingungen ausgeführt werden. Er glaubt dies durch das Eingreifen von tagesperiodischen Nachschwingungen in den induzierten Rhythmus erklären zu können. Bei Flemingia congesta dagegen sieht er dieselbe Erscheinung als ein besonderes Reaktionsvermögen dieser Pflanze an. Nach dem vorgelegten Material möchte ich in Hinsicht auf diese beiden Deutungsmodi nur so weit eingehen, als ich darauf verweise, daß bei Dauerlicht oder dauernder Dunkelheit und konstanter Temperatur nicht von konstanten Außenverhältnissen gesprochen werden kann, wenigstens nicht für chlorophyllhaltige und auch nicht für etiolierte Blattorgane. Etwas anderes ist es vielleicht für die farbigen Blumenblätter. Abweichend von den Laubblättern konnten in ihnen bisher keine elektrischen Ströme nachgewiesen werden. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß die Blüten von der Luftelektrizität unabhängig sind. Hierfür spricht das oben erwähnte Verhalten der Knospen von Calendula (Stoppel und Kniep, 1911, S. 388). Ist dem so, so wäre damit ein prinzipieller Unterschied zwischen den Schlafbewegungen der Blüten und denen der Laubblätter gefunden. Ein anderer Unterschied besteht außerdem noch in dem Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Bewegungen,

wenigstens bei A. Fischers (1890) geonyktinastischen Pflanzen und den Blüten. Der Einfluß der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung der Blätter könnte auch auf eine Veränderung der elektrischen Ladung und damit einer Verschiebung des Energieverbrauches beruhen, denn das Sinken schwerer Partikelchen in einer Flüssigkeit verursacht bekanntlich das Auftreten elektrischer Ströme[1]. — Es kann sich aber auch um einen spezifischen Reiz der Schwerkraft handeln, der mit elektrischen Vorgängen in der Pflanze nichts zu tun hat. Hierfür spricht vielleicht die Tatsache, daß die Blätter bei Inversstellung stärkere Bewegungen ausführen als bei Normalstellung.

In der Literatur finden sich schon einige Angaben über den Einfluß der Luftelektrizität auf die Pflanzen. Es ist bei den bisherigen Versuchen jedoch nur der Einfluß des Luftpotentials berücksichtigt worden oder aber die Wirkung elektrischer Ströme auf die Pflanzen. Da die Resultate, die vielfach nur auf Versuchen mit wenigen Pflanzen beruhen, sehr widersprechend sind, so will ich auf die Arbeiten an dieser Stelle nicht eingehen. Der Einfluß der Luftelektrizität auf das Wachstum soll durch weitere Versuche noch geprüft werden, eine Arbeit, die zahlreiche, langwierige Beobachtungen und daher einen größeren Zeitraum beanspruchen wird. Die ältere Literatur über den Einfluß der Luftelektrizität ist zusammengestellt von Euler (1899). Später fand Lemström (1902) einen begünstigenden Einfluß der Elektrizität auf die Pflanzen, während Hedlund (1913) bei Wiederholung dieser Versuche den Erfolg nur auf Zufälligkeiten zurückführte. Lesage (1913) prüfte den Einfluß des Luftpotentials an 3 Daturapflanzen. Er kam zu einem negativen Resultat, da er die schlechtere Entwicklung der im

[1]) Es sei hier auf die soeben erschienene Arbeit von Gisela und Friedl Weber über die »Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität«, Jahrb. f. wiss. Bot. 1916, verwiesen. Nach Ansicht der Verff. ist die Fallgeschwindigkeit der Stärkekörner abhängig von der jeweiligen Plasmaviskosität. Über die Ursachen der Veränderung der Plasmaviskosität sagt die Arbeit nichts aus. — Sollte sich die oben angedeutete Vermutung über das Wesen der Geoperzeption als richtig erweisen, so würde die Plasmaviskosität die Folge des durch den elektrischen Strom bedingten Stofftransportes sein, und dadurch dann die Fallgeschwindigkeit auch der massigeren Einlagerungen wie der Stärkekörner verändert werden. Zu einer weiteren Diskussion dieser Frage fehlt hier leider der Raum.

Freiland unter einem Drahtkäfig stehenden Pflanze auf die durch das Gitter gehemmte Transpiration zurückführte. —

Die **Leitfähigkeit** der Atmotphäre ist in der mir vorliegenden Literatur in bezug auf die physiologischen und speziell energetischen Vorgänge in der Pflanze nicht berücksichtigt worden.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß auch im tierischen Organismus eine Reihe von Funktionen nachgewiesen sind mit 24stündiger Periodizität und einem Rhythmus, der zeitlich den Bewegungen der Bohnenblätter ziemlich parallel geht. So haben die Kurven der Pulsfrequenz, des Blutdruckes, der Temperatur und Atmung ihre Kulminationspunkte in den frühen Morgenstunden. Durch eine veränderte Lebensweise — Arbeiten und Essen in der Nacht, Schlafen am Tage — ließen sich zwar weitgehende Modifikationen, aber nicht eine wirkliche Umkehr der Kurve erzielen. Unsere Antipoden halten aber sicherlich dieselben Perioden in bezug auf die Tageszeit ein wie wir Europäer, sie müssen daher durch einen mit der Stellung der Sonne wechselnden Faktor reguliert werden. Ohne irgendwelche Behauptungen aufstellen zu wollen, drängt sich mir die Frage auf, ob die Bezeichnung des Schlafes für die Bewegungen der Blätter nicht eine tiefere Berechtigung hat, als die durch die zeitliche Übereinstimmung mit dem Schlaf der Tiere bedingte.

X. Zusammenfassung der Resultate.

1. Im Dunkeln und bei konstanter Temperatur erzogene Bohnenblätter geben Bewegungskurven, die untereinander darin übereinstimmen, daß die tiefste Senkbewegung des Blattes stets in den ersten Morgenstunden — meist zwischen 2 und 4 Uhr — angezeigt wird. Die kleinen Oscillationen sind individuell verschieden, treten aber entweder bei beiden Blättern derselben Pflanze oder bei keinem derselben auf. Sie sind also eine Funktion des Gesamtstoffwechsels der Pflanze.

2. Kleinere Temperaturschwankungen von 1 bis 2° bringen keine Veränderungen dieser Normalkurven hervor, größere, plötzliche dagegen (7°, eventuell auch schon weniger) unterdrücken die Realisation der Bewegungen und üben einen nachhaltig schädigenden Einfluß auf die Pflanze aus.

3. Die Angriffsrichtung der Schwerkraft ist bei Phaseolus ausschlaggebend für die Richtung der Blattbewegungen. In allen Fällen, bei normal, invers und horizontal aufgestellten Pflanzen neigt sich die Blattspitze in den frühen Morgenstunden am meisten der Erde zu. Auf dem Klinostaten geben die Blätter, deren Stiel senkrecht zur horizontalen Klinostatenachse orientiert ist, die Periodizität der Bewegungen bald auf, bei //-Orientierung des Stiels mit der Achse bleibt die Periodizität der Bewegungen entweder erhalten aber um 12 Stunden verschoben, oder die Bewegungen werden auch unregelmäßig. — Bei Dauerreizung von zirka 5 g auf der Zentrifuge mit Vertikalachse bewegen sich die mit dem Stiel nach der Mitte befestigten Blätter periodisch, aber auch zeitlich um mehrere Stunden verschoben weiter. Die mit dem Stiel nach außen befestigten, also proximal gereizten Blätter, bewegen sich unregelmäßiger, lassen aber Spuren des Rhythmus in zeitlich normaler Orientierung erkennen.

4. Blätter solcher Bohnenpflanzen, deren Samen in Java oder Amerika gereift sind, geben nach Aufzucht in Dunkelheit und bei konstanter Temperatur Bewegungskurven, die zeitlich vollständig mit denen des europäischen Pflanzenmaterials übereinstimmen.

5. Die Normalkurven der Bohnenblätter entsprechen in ihrem zeitlichen Verlauf der aus der Leitfähigkeit der Atmosphäre zu den verschiedenen Tageszeiten sich ergebenden Kurven.

6. Die Normalkurve der etiolierten und grünen Bohnenblätter erleidet in den meisten Fällen erhebliche Störungen durch Anfassen des Topfes und der Blätter sowie durch Isolation des Topfes vom Erdboden durch einen Glasteller. Diese Störungen werden noch erheblicher und führen meist zu ganz unregelmäßigen Bewegungen, wenn die Pflanzen innerhalb eines rings geschlossenen, feinen, geerdeten Gitters isoliert aufgestellt werden. Bei grünen Pflanzen kann die normale Bewegung durch dauerndes Aufladen des Topfes vermittelst Anschluß an den +- oder —-Pol der elektrischen Stadtleitung (220 Volt) wieder hervorgerufen werden. Dunkelpflanzen geben bei dieser Behandlung ihre Bewegungen ganz auf. Schwächere Ladungen scheinen bei Dunkelpflanzen gleichfalls günstig auf die Bewegungen zu wirken. —

Innerhalb eines + geladenen Gitters, isoliert stehend, führen grüne und etiolierte Blätter regelmäßige Bewegungen im normalen Rhythmus aus. Der Typus der Kurve verändert sich nach Entfernen der Isolation, die normale Periodizität bleibt aber erhalten. — Ist das Gitter — geladen, so treten in den meisten Fällen Störungen in der Regelmäßigkeit als auch in der Intensität der Bewegungen ein.

Der Charakter oder die Mittellage der Bewegungskurve erleidet eine Veränderung durch Steigerung der Leitfähigkeit der Atmosphäre durch die Asche von Gasglühstrümpfen. Radium wirkt auf die Dunkelpflanzen in den meisten Fällen schädigend. —

Die Resultate sind auf Grund von 270 Versuchen zusammengestellt.

Basel, Botan. Anstalt 1916.

Literaturverzeichnis.

Baranetzky, Die tägliche Periodizität im Längenwachstum der Stengel. Mém. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersbourg. 7. Serie. 1879. **27.**

Baudisch, Dr. O., Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen. Die Naturwissenschaften. 2. Jahrg. 1914. 199—204 u. 229—232.

Biedermann, Elektrophysiologie. 1895.

Bernstein, Elektrobiologie. Die Wissenschaft. Heft 44. Braunschweig. 1912.

Burdon Sanderson, Philos. Transact. 1882. I. **173,** 8. 1888. **179.** Biolog. Centralbl. II. 1882/83. 481. IX. 1889/90. 1.

Czapek, Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen. Festband. Pringsh. Jahrb. 1915. 84—111.

Dorno, Licht und Luft im Hochgebirge.

Elster und Geitel, Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. Physik. Zeitschr. 1900. 1. Jahrg. 245.

Endler, J., Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma. Biochem. Zeitschr. 1912. **45,** 359—411.

Ernest Dr. A. und Žáček, Dr. A., Über die Wirkung der Koniferen auf die Leitfähigkeit der Luft. Sitzungsber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-naturw. Kl. 1913. **9,** 1—2.

Euler, Hans, Über den Einfluß der Elektrizität auf Pflanzen. I. Öfversigt of Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 1899. **56,** 609—629.

Fischer, Alfred, Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Schlafbewegungen der Blätter. Bot. Ztg. 1890. **48**, 673, 689, 705.

Gager, C. Stuart, Radioactivity a Factor in Plant Environment. Science N. S. 1907. **25**, 263.

Godlewski, Über die tägl. Periodizität des Längenwachstums. Ann. d. Akad. d. d. Wissensch. z. Krakau. 1889. **55.**

Haake, O., Über die Ursachen elektrischer Ströme in Pflanzen. Flora. 1892. **72**, 454—487.

Hannig, E., Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Drucks in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1912. **30**, 194—204.

Hartig, Neue Beobachtungen über Blitzbeschädigung der Bäume. Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen. 1899. **25**, 360.

Hedlund, Till frågan om luftelektricitetens inflytande på växternas utveckling. Berättelse om verksamheten ud Alnarps Lantbucks-och Mejeriinstitut. 1913.

Jost, L., Beiträge zur Kenntnis der nyctitropischen Bewegungen. Pringsh. Jahrb. 1898. **31**, 345.

—, Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. 1913.

—, Versuche über die Wasserleitung in der Pflanze. Zeitschr. f. Bot. 1916. **8**, 1—55.

Kähler, K., Die Schwankungen des luftelektrischen Leitvermögens und des vertikalen Leitungsstromes am Erdboden. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Potsdam. 1911. 16—31.

—, Luftelektrizität. 1913. Sammlung Göschen.

Karsten, G., Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Zeitschr. f. Botan. 1915. **7**, 1—34.

Klebs, G., Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. Pringsh. Jahrb. Festband. 1915. 734—792.

Klein, B., Zur Frage über die elektrischen Ströme in Pflanzen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1898. **16**, 335—346.

Küster, a) Über die Entstehung Liesegangscher Zonen in kolloidalen Medien. Sitzber. d. niederrh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. Bonn. 1913.
b) Über Zonenbildung in kolloidalen Medien. Beiträge zur entwicklungsmechanischen Anatomie der Pflanzen. Heft 1. Jena. 1913.

Lemström, Selim, Epérience sur l'influence de l'électricité sur les végetaux. Commentationes variae in memoriam actorurum CCL annoum. Eddidit Universitas Helsingforiensis. 1902.

Lesage, Pierre, Contribution à la critique des expérience sur l'action de l'électricíté atmosphérique sur les plantes. Compt. rend. de l'Acad. 1913. **157**, 784—786.

Mache u. Schweidler. Die atmosphärische Elektrizität. 1912. Die Wissenschaft. Heft 30.

Molisch, H., Das Treiben von Pflanzen mittelst Radium. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl. 1912. 121.

Moore, B., D. Sc., F. R. S. and Welster, T. A., Synthesis by Sunlight in Relationship to the Origin of Live. Synthesis of Formaldehyde from Carbon Dioxide and Water by Inorganic Colloids acting as Transformers of Light Energy. Proc. of the Roy. Soc. London. 1914. Serie B. **87**, 163—176.

Munk, H., Die elektrischen und Bewegungserscheinungen am Blatte der Dionaea muscipula. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1876. 30.

Nathanson, Stoffwechsel der Pflanzen. 1910.

Osterhout, W. J. V., Some quantitative researches on the permeability of plant cells. The plant world. 1913. **16**, 129—144.

Pantanelli, Über Ionenaufnahme. Pringsh. Jahrb. Festband. 1915. 689—732.

Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 1904. **2**.

—, Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. Abh. d. math.-phys. Kl. d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1907. **30**.

Pfeiffer, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. Abh. d. math.-phys. Kl. d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1915. **34**.

Pringsheim, E., Wasserbewegung und Turgorregulation. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1906. **43**, 111.

Remy, H., Beiträge zum Hydratproblem II. Eine neue Methode zur Bestimmung der elektrolytischen Wasserüberführung. Zeitschr. f. physik. Chemie. 1915. **89**, 529—566.

Rutgers, A. A. L. und Went, T. A. F. C., Periodische Erscheinungen bei den Blüten des Dendrobium crumenatum Lindl. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. 2. Serie. 1915. **14**, 129—160.

Simon, Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. Pringsh. Jahrb. 1914. **54**, 71—187.

Stahl, Die Blitzgefährdung der verschiedenen Baumarten. Jena. 1912.

Stoklasa, J. Über die Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die chlorophyllhaltige Zelle. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1914. **24**, 193—203.

—, Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl. Abt. I. 1911. **120**, 195—216.

—, Sebor, J., Zdobnicky, V., Sur la synthèse de sucre par les émanations radioactives. Compt. rend. de l'Acad. 1913. **156**, 646—648.

Stoppel, R., Über den Einfluß des Lichtes auf das Öffnen und Schließen einiger Blüten. Zeitschr. f. Bot. 1910. **2**, 369.

—, Über die Bewegungen der Blätter von Phaseolus bei Konstanz der Außenbedingungen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1912. **30**, 29.

—, u. Kniep, H., Weitere Untersuchungen über das Öffnen und Schließen der Blüten. Zeitschr. f. Bot. 1911. **3**, 369.

Tröndle, A., Der Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Pringsh. Jahrb. 1910. **48**, 171—282.

—, Über die Permeabilität der Wurzelspitze für Salze. Actes de la Société helvétique des Sciences nat. 1915. II. Partie. 203.

—, Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. Neue Denkschriften der schweiz. naturf. Gesellsch. 1915. **51**, 1—83.

Tschirch, A., La membrane siège du travail chimique. Bull. de la Société Vaudoise des sciences nat. 1915. Nr. 185. **50**, 297.

Tubeuf, Dr. von, Die Gipfeldürre der Fichten. Naturwissensch. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft. I. 1903. 1—9.

—, Über den anatomisch-pathologischen Fund bei gipfeldürren Nadelhölzern. Ebenda. I. 1903. 309, 367, 413, 417.

—, Beobachtungen über die elektrischen Erscheinungen im Walde. IV. Absterben ganzer Baumgruppen durch den Blitz. Ebenda. III. 1905. 493.

—, und Zehnder, Dr., Über die pathologische Wirkung künstlich erzeugter elektrischer Funkenströme auf Leben und Gesundheit der Nadelhölzer. Naturwissensch. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft. I. 1903. 448—461.

Ursprung, A., und Blum G., Der periodische Wechsel des osmotischen Druckes. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1916. Heft 2. 105—123.

—, —, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1916. **34**, 88—104.

Usher, F. L., and Priestley, J. H., The mechanism of Carbon Assimilation. Part. III. Proceed. of the Roy. Soc. London. 1912. **84**, 101—112.

Went, F. A. F. C., and Rutgers, A. A. L., On the influence of external conditions on the flowering of Dendrobium crumenatum Lindl. Koninklijke Akademie von Wetenschappen te Amsterdam. Proceed. of the Meeting of Saturday. 1915. **18**, 526—530.

Besprechungen.

Brenner, W., Züchtungsversuche einiger im Schlamm lebenden Bakterien auf selenhaltigem Nährboden.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1916. **57,** 95.

Verf. ging bei seinen Untersuchungen von dem Gedanken aus, die gewissen Bakterienarten (Thiosulfatbakterien) bei der Assimilation von anorganischem Kohlenstoff als Energiequelle dienenden Schwefelverbindungen durch die entsprechenden Selen- bzw. Tellursalze zu ersetzen. Die diesbezüglichen Untersuchungen fuhrten zu keinem positiven Resultat, dafür gelang es dem Verf. aber, zwei Bakterienarten zu isolieren, die interessante Beziehungen zu den Salzen des Selens aufweisen. Er impfte ein aus gewässertem Agar mit Zusatz von Selensalzen bestehendes Substrat mit Bodenschlamm aus dem Kieler Hafen und erhielt damit in alkoholhaltiger Luft ein gutes Wachstum von zwei Bakterienarten, von denen die eine als Micrococcus selenicus bezeichnete Art von größerem Interesse ist.

Der Organismus wuchs auf selenhaltigem Agar in Form von intensiv roten Kolonien von gallertartiger Konsistenz, die einzelnen Zellen sind kugelrund und sehr klein, der Durchmesser beträgt nicht mehr als 0,5 μ. Die rote Farbe der Kolonien rührt von intracellulär eingelagertem Selen her. Es zeigte sich, daß der Organismus unter den angewendeten Versuchsbedingungen nur bei Gegenwart von leicht Sauerstoff abspaltenden Stoffen gedeiht. Solche Stoffe waren das Natriumselenit und Natriumselenat, diese Selensalze konnten vertreten werden durch Natriumthiosulfat, Indigokarmin, Methylenblau und Lakmus. Die genannten Stoffe wurden beim Wachstum intracellulär reduziert.

Ein autotrophes Wachstum des Organismus wurde nicht beobachtet, als Kohlenstoffquelle wurden Äthylalkohol, Methylalkohol, Asparagin, Dextrose und andere Stoffe verarbeitet, Pepton und Fleischextrakt erwiesen sich als unbrauchbar. Verf. machte die interessante Beobachtung, daß bei Anwendung von Natriumselenid (gleichzeitig mit Natriumselenit) ein wesentlich kräftigeres Wachstum eintrat. In dieser Beobachtung ist

das bei weitem wesentlichste Resultat der Arbeit zu erblicken, dessen Bedeutung Verf. wohl auch richtig vermutet hat.

Der fragliche Micrococcus gehört, soweit sich aus den Angaben des Verf.s ersehen läßt, wahrscheinlich zu einer Gruppe von Organismen, die fähig sind organische, sonst nicht verwertbare Stoffe mit Hilfe einer chemischen Energiequelle zu assimilieren. Diese Organismen, über die ich später eingehend zu berichten gedenke, stehen ernährungsphysiologisch zwischen den autotrophen und heterotrophen Bakterien. Die von mir bisher beobachteten Arten können unter gewissen Bedingungen auch rein heterotroph leben, was nach den Angaben des Verf.s auch bei dem Micrococcus selenicus der Fall ist. Weitere Versuche in dieser Richtung dürften mit dem beschriebenen Organismus jedenfalls noch interessante Resultate ergeben.

R. Lieske.

Magnus, W., Durch Bakterien hervorgerufene Neubildungen an Pflanzen.

Sitzgsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde, Berlin. 1915. **7,** 263—277.

Vor einiger Zeit fanden Friedemann und seine Mitarbeiter[1] den von Erw. F. Smith, Brown und Townsend entdeckten Erzeuger pflanzlicher Tumoren (Krebse), Bacterium tumefaciens, oder doch ihm nahestehende Formen beim Menschen bei eitriger Entzündung verschiedener Organe und bei Meningitis. W. Magnus konnte mit den gewonnenen Reinkulturen pflanzliche »Krebse«, u. a. an Pelargonien (P. zonale), erzeugen.

In der vorliegenden Mitteilung führt Magnus den Nachweis, daß auch die nicht selten spontan in Gärtnereien an derselben Art auftretenden blumenkohlartigen Wucherungen parasitischer Natur sind und Bakterien der tumefaciens-Gruppe beherbergen. Außer bei P. zonale treten Tumoren auch bei den als englische Pelargonien gezogenen Hybriden sowie bei P. roseum öfters auf, während P. peltatum auch bei Infektion keine Tumoren bildete. Auf den vielgestaltigen Tumoren entstehen vielfach Adventivsprosse von normaler oder abnormer Gestalt, Mißbildungen und Verwachsungen, unter Umständen auch dichtgedrängte Adventivwurzeln. Petunien zeigten sich bei Infektionsversuchen besonders geneigt, Adventivsproße auf den Gallen zu bilden. Nicotiana ist leicht zu infizieren und bildete am Wurzelhalse blumenkohlartige Wucherungen, ähnlich den spontan bei Pelargonien und Petunien, bei Rehmannia und Sparmannia in Gärtnereien auftretenden. Bei Be-

[1]) Ztschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten. 1915. **80,** 140 ff. Vgl. auch Friedemann und W. Magnus. Ber. d. d. bot. Gesellsch. 1915. **33,** 96 ff.

genien führte die Infektion vielfach zu hexenbesenartigen Zweighäufungen auf und über dem Tumor. Auch bei Fuchsia wurden solche als Folge der Infektion beobachtet.

Augenscheinlich werden infolge der Einwirkung der Bakterien an den infizierten Stellen die Wachstumshemmungen aufgehoben, die zur normalen Pflanzenform führen. Am meisten ähneln die Folgen der Infektion den nach Verwundung auftretenden Kallusbildungen, die allerdings sich in weit bescheideneren Grenzen halten.

Die von Smith angegebene Bildung von sekundären Tumoren durch Vermittelung von kranken, auswachsenden Gewebesträngen (Tumorsträngen), die Smith mit den Metastasen des menschlichen Krebses verglich, konnte Verf. nicht finden, der — mit Recht — auch den allerdings in der Praxis leider bereits eingelebten Ausdruck »Krebs« für die Geschwülste vermieden sehen möchte.

Behrens.

Düggeli, M., Untersuchungen über die Mikroflora von Handelsmilch verschiedener Herkunft in der Stadt Zürich nach Zahl und Art der darin vorkommenden Spaltpilze.

Aus dem landw.-bakteriol. Labor. d. Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich. Centralbl. f. Bakter. II. 1916. **45,** 433 ff.

Um einen Überblick über den Keimgehalt der Züricher Konsummilch zu gewinnen, wurde mehrere Jahre (Ende Januar bis Anfang Februar, Ende April bis Anfang Mai, Mitte bis Ende Juni und Mitte bis Ende Oktober) eine größere Anzahl (jeweils rund 40) von Milchproben in vier verschiedenen Verkaufsgeschäften erhoben und untersucht. 1912 und 1913 konnte die Arbeit zu allen vier Zeiten, 1914 nur noch zu den drei ersten durchgeführt werden. Bei den vier Bezugsquellen handelt es sich in einem Falle um einen Ladenverkauf, dessen Milch einem Molkereibetrieb entstammte, in einem anderen um einen Molkereiwagen, im dritten um den Milchwagen eines Landwirtes und im vierten um einen Einzelbetrieb, der im Stadtgebiet lag und die selbsterzeugte Milch an die Kundschaft abgab. Auf die Ergebnisse der Untersuchung kann im einzelnen nicht eingegangen werden. Es sei nur hervorgehoben, daß, wie leicht erklärlich, der durchschnittliche Keimgehalt am höchsten war im Juni, wo die Temperatur der Vermehrung der Bakterien am günstigsten ist, und in der Ladenmilch, jedenfalls infolge längerer Aufbewahrung unter günstigen Vermehrungsbedingungen. Am geringsten war der Keimgehalt im Winter und in der Milch des unmittelbar an den Käufer abgebenden Einzelbetriebes. Die qualitative Zusammensetzung der Flora zeigte ebenfalls weitgehende Unter-

schiede, ohne daß indessen bestimmte Beziehungen zu Jahreszeit und Abstammung hervortraten. Bald walteten Kokken verschiedener Art (die aber nicht unterschieden wurden), bald der Milchsäurebildner Bacterium Güntheri L. et N. vor. Festgestellt wurden weiter Bacterium coli Escher., B. aerogenes Escher., B. acidi lactici Hüppe, B. fluorescens (Flügge) L. et N., B. punctatum (Zimm.) L. et N., B. prodigiosum (Ehrenberg) L. et N., Bacillus mesentericus Flügge, B. megaterium de Bary, der auch hier wieder megatherium genannt wird, B. mycoides Flügge und Organismen, die als Kurz- oder Langstäbchen, weiße, ovale und runde rote Sproßpilze und Mycelpilze bezeichnet werden.

Behrens.

Steinecke, F., Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht.

Mit 32 Textbildern, 11 Tabellen, 1 Farbentafel. Schr. d. physikalisch-ökonom. Ges. zu Königsberg i. Pr. 1916. **56**, 138 S. 8⁰.

In der floristischen Algenkunde, die sich jahrzehntelang mit langweiligen Namenlisten begnügte, kommt nun immer mehr das ökologische und formationsbiologische, wie auch pflanzengeographische Moment zum Durchschlag. An die Arbeiten Lauterborns, Rabanus' reiht sich die vorzügliche Arbeit Steineckes an. Sie behandelt die Algen des Zehlaubruches, jenes an 2500 ha großen Hochmoores südöstlich von Königsberg, das bereits längere Zeit wegen seiner boreal-arktischen Relikte in der Tierwelt, — hier kommen auch noch Elch und Kranich vor — bekannt war und das nun auch in den Schutz des Staates gestellt wurde.

Verf. gibt zunächst eine genaue Schilderung des Bruches, das sich zum allergrößten Teil als Hochmoor erweist, dem Erlensumpfmoor, Irisflachmoor vor und eingelagert sind und das sehr interessante Kiefernzwischenmoore zeigt. Bezüglich der Schlenken, Bulten und Bäche sei auf die Arbeit selbst verwiesen.

In der Zusammensetzung der Algenflora fällt auf, daß einzelne Gruppen und Gattungen völlig fehlen: keine koloniebildenden Volvocalen, keine Pediastren und Spirotaenien, keine Cladophoraceen. Dominierend sind Flagellaten, Conjugaten, Bacillariales und Protococcaceen. Die Algen zeigen mancherlei ökologische Eigenarten. Die Blaualgen und die Protococcalen sind oft nach gelb und braun verfärbt; bei dem Mangel an bestimmten Nährstoffen scheint hier im Großen das realisiert, was Boresch, wie Magnus und Schindler, experimentell an Algen nachweisen konnten. Viele Algen sind kleiner als andernorts:

Hungerformen, vergleichbar den Zwergformen bei Pinus. Tag und Nacht zeigen infolge der großen Insolation große Temperaturunterschiede. Die stärkere Insolation verbunden mit Nährstoffmangel soll nach Verf. bewirken, daß viele Algen eine auffallende Rotfärbung des Zellsaftes zeigen: Zygogonium, Mesotaenium, Penium, Gloeocytstis gigas usw. — Die Vegetationsperiode ist relativ kurz, die Frequenz bei einzelnen Arten zeitlich sehr zusammengeschoben.

Besonders ausführlich geht Verf. auf die Algen-Biocoenosen der einzelnen charakteristischen Moorformationen ein. Es zeigt sich, daß die einzelnen Formationen eine qualitativ wie quantitativ verschieden zusammengesetzte Algenflora haben, deren Differenzen sehr charakteristisch sind und durch anschauliche Tabellen dargestellt werden. Diese Unterschiede gehen so weit, daß direkt von Algen-Leitformen der Biocoenosen gesprochen werden kann und sich oft nahe verwandte Arten ökologisch sehr charakterisierend verhalten, z. B. bei Pinnularia. Sehr auffällig ist auch, wie sich die genetischen Verschiebungen der einzelnen Moorformationen sofort in der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Algenflora ausdrücken. Gerade hier aber läßt sich referierend kaum eine Darstellung bringen, sondern es muß auf diesen Teil der Arbeit selbst, der dem Ref. als der wertvollste erscheint, verwiesen werden. Ref. möchte nur bemerken, daß er bei seinen ökologischen Studien über die Hochmoore und Filze des Böhmerwaldes, die ebenfalls Glacialrelikte haben, in vielen Punkten die Beobachtungen des Verf.s bestätigen kann. Gleichwohl ist bei den Algen die ökologische Plastizität sehr groß und einzelne Arten sind wohl nur im engeren Gebiete als Leitformen zu verwenden.

Wichtig ist ferner die Frage, inwieweit in der Zehlau Algen-Eiszeitrelikte vorkommen. Hier wurden ja bereits vor Jahren borealarktische Schmetterlinge gefunden, vor den Algen hat auch Verf. bereits einige borealarktische Rhizopoden aus dem Gebiete aufgezeigt. Nun ist aber die Frage, ob Glacialrelikt oder nicht, nicht immer leicht zu entscheiden und der Umstand, daß ein Lebewesen hauptsächlich nur im Norden und im Gebirge bekannt ist, ist als Kriterium für Glacialrelikte nach der Meinung des Ref. nicht unbedingt zu verwenden, ganz abgesehen davon, daß wir bei den Algen von einer wirklichen Kenntnis der Verbreitung kaum noch reden können. Ref. meint auch, daß die relativ primitiven Methoden der geographischen Forschung über die höheren Pflanzen, nicht ohne weiteres auf die niederen übertragen werden können und daß hier die pflanzengeographische Statistik von anderen Gesichtspunkten auszugehen habe.

Trotzdem glaubt Ref., daß der Verf. an der Hand vergleichender

Listen es sehr wahrscheinlich macht, daß eine große Zahl der Zehlaualgen, spez. Desmidiaceen, über die Diatomaceen ist man ja viel weniger orientiert, arktisch sind. Dasselbe meint Ref. mit dem Verf. auch von Oedogonium Jtzigschnii, Binuclearia, Gloeocystis gigas, Gloeoplax, Conochaete, nicht aber im Gegensatz zu Verf. von Chroococcus turgidus und Oocystis solilaria, so verführerisch die derzeitige Kenntnis über diese beiden Algen wäre.

Ref. möchte nun wünschen, daß die Untersuchungen über das Zehlaubruch fortgesetzt werden, da sich die direkten Beobachtungen nur auf eine relativ kurze Zeit erstrecken. Es werden sich gewiß noch boreale Flagellaten (spez. Chrysomonaden), ferner die merkwürdigen Chrysophyceen: Phaeosphaera West, Chrysocapsa Pascher, Chrysosphaera Pascher), einige boreale Dinoflagellaten und Heterokonten finden. Eine besondere experimentelle Untersuchung verlangt dringend die Frage nach den Zwergformen, das Problem der Rotfärbung des Zellsaftes bei einigen Algen und ihre Beziehung zur Insolation und den vorhandenen Nährstoffen. Wichtig erscheint ferner dem Ref. eine genaue chemische und physikalische Prüfung der einzelnen, sich in ihren Algenformationen verschieden verhaltenden Gewässer, um so mehr, als hier die Biocoenosen besser geklärt sind als anderswo und man anderenorts gesehen hat, daß ganz enge Beziehungen statthaben. Vielleicht würde es sich auch lohnen, jene Algen genau zu studieren, die gerade im Hochgebirge und auf Hochmooren zur Lichenisation neigen. Ref. fand selber an den Hochmooren des Böhmerwaldes zahlreiche Algen Zygogonien, Desmidiaceen und Protococcalen in lichenoiden Symbiosen, die bei näherem Studium von Bedeutung für das Flechtenproblem zu sein scheinen. Außerdem bedürfen einige vom Verf. angeführte Algen sehr der systematischen Klärung, Gloeocystis gigas z. B. ist in seiner Umgrenzung auch nicht generisch zusammengehörig; Mallomones Ploesslii ist ganz unsicher und fallen zu lassen.

Ref. möchte hier noch auf die vorzügliche Arbeit Rabanus' über die Algen des Schwarzwaldes hinweisen, ein Vergleich beider Arbeiten gibt sehr wertvolle Einblicke in die Ökologie der Algen; beide Arbeiten ergänzen sich.

A. Pascher.

Rayss, T., Le Coelastrum proboscideum Bohl. Etude de Planctologie expérimentale.

Beiträge zur Kryptogamenflora d. Schweiz. 1915. **5**, 2. 1—66 20 Taf.

Dem experimentellen Teil der Arbeit geht eine Einleitung voraus, in welchem die Frage nach den Beziehungen der Schwebefähigkeit

der Planktonorganismen zur Temperatur, zur Dichtigkeit und Viskosität des Wassers behandelt wird. Auf Grund dieser Darstellung werden dann die für den experimentellen Teil wichtigen Punkte zusammengestellt:

a) Spezifisches Gewicht und spezifische Oberfläche (Verhältnis von Oberfläche zum Volumen) des Planktonorganismus.

b) Verschiedene Viskosität des Wassers als Funktion der Temperatur und der Konzentration des flüssigen Mediums.

c) Atmungsbedingungen in einem an Sauerstoff armen Medium.

d) Ernährungsbedingungen.

Die bei den Versuchen verwendete Reinkultur von Coelastrum proboscideum wurde durch die von Chodat beschriebene Verdünnungsmethode gewonnen.

Die Verf. zieht aus ihren Versuchen folgende Schlüsse:

1. Coelastrum proboscideum ist außerordentlich polymorph; ihre verschiedenen Ausbildungsformen erinnern nicht nur an andere Arten der gleichen Gattung, sondern auch an andere Genera. Sie tritt in Form mannigfaltig gestalteter Coenobien oder in traubigen (botryoides) Massen abgerundeter oder mit Fortsätzen versehener Zellen auf oder endlich als Einzelzellen, die sich von Chlorella oder Polyedrium morphologisch nicht unterscheiden lassen.

2. Dieser Formenreichtum ist eine Folge der morphologischen Reaktionen auf verschiedene äußere Einflüsse.

3. Coelastrum proboscideum tritt gewöhnlich in Form von Coenobien auf. Diese können jedoch in ihre einzelnen kugelförmigen oder polyedrischen Zellen zerfallen und zwar unabhängig von äußeren mechanischen Eingriffen.

4. In stark verdünnten anorganischen Nährlösungen werden viele Coenobien, bei zunehmender Konzentration dagegen einzelne Zellen gebildet. Ebenso fördert hohe Temperatur (33° C) die Coenobienbildung, während bei gewöhnlicher Temperatur (25° C) Einzelzellen entstehen. Beide Faktoren — geringe Konzentration und hohe Temperatur — setzen die Viskosität des Wassers herab. Dem begegnet die Alge durch Coenobienbildung respektive Erhöhung des Oberflächenwiderstandes (Ostwald).

5. Gute Ernährung erzeugt große Zellen respektive viele Zellen in einem Coenobium.

6. Erschwerung der Atmung durch mehr oder weniger vollkommenen Sauerstoffabschluß hat Bildung einzelner Zellen zur Folge, Sauerstoffzufuhr dagegen Coenobienbildung. Der Zerfall der Coenobien scheint eine Vergrößerung der Oberfläche behufs Erleichterung der Atmung zur Folge zu haben.

7. Pepton übt eine schädliche Wirkung auf die Entwicklung der Alge aus: sie bildet Öl, und die Coenobien zerfallen. Dagegen verzögert Peptonzusatz das bei Zuckerzufuhr früh eintretende Erblassen des Chlorophylls.

8. Kalksalze von 0,1 bis 1 $^0/_{00}$ beschleunigen die Entwicklung und bewirken die Bildung großer Zellen.

9. Kali in 0,5 bis 1,75 $^0/_{00}$ verhindert die Bildung von Coenobien; bei Kalimangel zeigt der Zellinhalt mehr oder weniger krankhafte Veränderungen.

10. Saure Reaktion wirkt schädlich; die Coenobien werden kleiner, und ihre Zellenzahl nimmt ab.

11. Alkalescenz fördert dagegen eher die Entwicklung.

Der erste Abschnitt des systematischen Teils enthält zunächst eine Revision der Gattung Coelastrum, in welcher die Literatur über diese Gattung durch Excerpte wiedergegeben wird. Im zweiten Abschnitt werden für alle in der Schweiz gefundenen Coelastrumspezies in einer von mir zum Teil abweichenden Artumgrenzung die Diagnosen und die schweizerischen Fundorte angegeben. Hier findet sich auch die Beschreibung einer neuen Spezies: Coelastrum Printzii, deren Neuheit mir aber nicht über alle Zweifel erhaben zu sein scheint.

Diese Resultate stimmen zum Teil mit den früher von mir bei der gleichen Algenart erhaltenen überein, stehen ihnen aber zum Teil diametral gegenüber. Um den Schein zu vermeiden, als ob ich meine früheren Angaben als fehlerhaft aufgebe, muß ich mich zu denjenigen Punkten äußern, in denen unsere Schlüsse divergieren und bei denen es möglich ist, an Hand der von der Verf. mitgeteilten Versuchsprotokolle, die Richtigkeit der daraus gezogenen Schlüsse zu prüfen.

ad. 4. In stark verdünnter anorganischer Nährlösung werden nach Verf. viele Coenobien, bei zunehmender Konzentration dagegen einzelne Zellen gebildet. Ich erhielt in 1 %iger Knopscher Nährlösung, also bei relativ hoher Konzentration, nur Coenobien, vorausgesetzt, daß die Lösung wenig Sauerstoff enthielt. Aus den Versuchsprotokollen der Verf. geht aber hervor, daß sie in dieser Beziehung gar keine klaren Resultate erhalten hat. In sehr verdünnter Lösung (1/100 Detmer) waren nämlich nach zwei Wochen viele Einzelzellen und wenige Coenobien gebildet worden (S. 13). Verf. will hier den Mangel an Coenobienbildung auf Nahrungsmangel zurückführen. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß dieselben Kulturen nach 4 Wochen viele Coenobien aufwiesen; und doch konnten in dieser Zeit die Nährsalze nur noch mehr abgenommen haben. Da auch in 1/10 und 1/3 Detmer nach 4 Wochen die Coenobien über die nach 2 Wochen vorherrschenden

Einzelzellen die Oberhand gewonnen hatten, muß angenommen werden, daß sich die einzelnen Kulturen nicht nur in der Konzentration, sondern noch in anderer jetzt nicht mehr feststellbarer Weise unterschieden. Eine Beweiskraft muß ihnen deshalb abgesprochen werden. Überhaupt wird an keiner Stelle angegeben, ob das Impfmaterial aus einzelnen Zellen oder aus Coenobien bestanden hat. Gerade bei schwacher Entwicklung der Kultur kann das auf das Resultat des Versuches von ausschlaggebender Bedeutung sein.

ad. 6. Im Gegensatz zu Verf., die bei Luftabschluß die Bildung einzelner Zellen, bei Sauerstoffzufuhr dagegen Coenobienbildung beobachtete, erhielt ich in meinen Kulturen bei Luftarmut des Mediums Coenobien, auf der Oberfläche von Agar-Agar oder in mit Luft respektive Sauerstoff geschüttelter Nährlösung jedoch einzelne Zellen. Damit stehen aber die Versuchsprotokolle der Verf. (S. 21 bis 23) nur zum kleineren Teil im Widerspruch. Der Versuch Nr. 1, in welchem zur Absperrung der Luft eine dicke Ölschicht über die Kulturflüssigkeit gegossen worden war, und der meist carotinreiche Einzelzellen ergab, kann nicht als einwandfrei bezeichnet werden. Zunächst ist die Anwendung von Öl insofern bedenklich, als die sich darin bildenden Fettsäuren in Wasser zum Teil löslich sind, in die Kulturflüssigkeit übergehen und die Algen schädigen können, was ja die Verf. für andere Säuren selbst festgestellt hat. Außerdem muß, da der Alge nur die bei ihrer Atmung gebildete Kohlensäure zur Verfügung stand, ein Hungerzustand eingetreten sein, auf den die Alge unter Bildung von Öl und Carotin mit dem Übergang in den Dauerzustand geantwortet hat, nachdem sich vermutlich die Einzelzellen des Impfmaterials nur selten, dann aber zu Coenobien geteilt hatten, wie aus der zugehörigen Tafel 12 hervorgeht. In andern Versuchen derselben Reihe hat aber Verf., wie ich seinerzeit, die Alge ohne Ölschicht unter einer relativ hohen Flüssigkeitsschicht kultiviert. Die beiderseitigen Resultate sind somit direkt vergleichbar. Während bei der Flüssigkeitshöhe von 12 cm (Nr. 2) das Mengenverhältnis von Einzelzellen zu Coenobien von Verf. nicht angegeben wird, ergibt sich aus den Protokollen über Versuche 3, 4 und 5 mit einer Flüssigkeitsschicht von 6 cm Höhe und weniger, daß mit abnehmender Tiefe der Nährlösung, also mit Erleichterung der Luftzufuhr, die Zahl der Einzelzellen zunimmt, die Coenobien dagegen immer mehr zurücktreten. In den offenen Petrischalen (Nr. 7, S. 22) endlich waren Einzelzellen und Coenobien in ungefähr gleicher Zahl gebildet worden. Zu dieser völlig eindeutigen Versuchsreihe, deren Resultate sich mit den meinigen vollständig decken, gehört nun aber als Nr. 6 eine Erlenmeierkultur, in welcher die Einzelzellen selten, die Coenobien dagegen sehr

zahlreich sind. Aus der ganzen Versuchsreihe sprechen somit 4 Resultate (Nr. 3, 4, 5, 7) für und nur 2 (Versuch mit Öl zum Teil und in Erlenmeier) gegen meine Resultate. Die große Zahl einzelner Zellen in den Petrischalen soll auf die Erhöhung der Konzentration der Nährlösung in Folge von Verdunstung zurückzuführen sein. Damit stimmt aber die Angabe nicht, daß diese Kultur Coenobien vom Typus proboscideum enthielt, die nach den übereinstimmenden Resultaten der Verf. und mir nur in niederen Konzentrationen gebildet werden. Was bei den Versuchen mit Erlenmeyergläschen das abweichende Resultat verursacht hat, läßt sich nicht feststellen, doch hätte unter allen Umständen der Versuch mit den Petrischalen in einer Weise wiederholt werden sollen, welche eine starke Verdunstung ausgeschlossen hätte.

Nun wird aber Verf. ihre Versuche gegen mich ins Feld führen, bei denen sie die Algen mit einem Platindraht in Agar-Agar einimpfte, der in mehr oder weniger enge Röhrchen gefüllt war. Im Grunde der Röhrchen herrschten Einzelzellen, in der Nähe der Oberfläche dagegen Coenobien vor. Verf. zieht daraus offenbar auf Grund der in der Bakteriologie herrschenden Auffassung den Schluß, daß im Grunde des Röhrchens Sauerstoffmangel geherrscht und daß dieser die Bildung von Einzelzellen veranlaßt habe. Verschiedene physikalische Tatsachen sowie eigene Erfahrungen über die Wirkung der Gelatine auf grüne Pflanzenorgane lassen es zum mindesten als wahrscheinlich erscheinen, daß bei Einschließung assimilierender Zellen in Agar-Agar oder Gelatine bei Belichtung ganz andere Gasverhältnisse herrschen, als wenn es sich um ausschließlich atmende Bakterien handelt. Bevor diese Verhältnisse aufgeklärt sind, beweisen die Agarversuche der Verf. nichts. Senn.

Lieske, R., Serologische Studien mit einzelligen Grünalgen.

Sitzber. Heidelberg Akad. Math. Nat. Kl. Abt. B. 1916.

Die geringe morphologische Differenzierung vieler einzelliger Grünalgen ließ es wünschenswert erscheinen, die verschiedenen in der Serologie ausgebildeten Methoden zur Aufdeckung ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu benutzen. Zur zumeist intravenösen Immunisierung wurden, wie notwendig, ausschließlich Reinkulturen verwendet, die der Verf. auf Agarnährböden durch ein sehr zweckmäßiges Verfahren gewann. Die erwachsenden nicht gewünschten Kulturen wurden regelmäßig mit Silbernitrat abgetötet. — Von den gebrauchten Methoden der Agglutination, Präzipitation, Konglutination, Komplementbindung und dem sogenannten Pfeiffer'schen Versuch erwies sich neben der bekanntlich sehr fein arbeitenden Komplementbindungsmethode besonders die Agglutination als brauchbar. —

Daß einzellige Algen in gleicher Weise, wie dies von Bakterien bekannt war, durch Immunserumzusatz spezifisch in einer Aufschwemmung zusammengeballt werden (Agglutination), war schon von Stephanie Rosenblat-Lichtenstein (Arch. f. Anat u. Phys. 1912, 1913) festgestellt worden. Sie hatte dabei die sehr auffällige Beobachtung gemacht, daß gewisse Stämme von Chlorella protothecoides Krüger, welche bei Kultur auf Traubenzuckerpeptonagar chlorophyllfrei geworden waren, sich in ihrem agglutinatorischen Verhalten von den chlorophyllhaltigen Ausgangsstämmen scharf unterscheiden lassen. Diese Unterschiede beruhen nicht darauf, daß etwa die farblosen Stämme an und für sich schwächer ausflockbar sind, in- oder hypagglutinabel sind, sondern müssen einer Änderung des Rezeptorenapparates der Zelle zugeschrieben werden. Es wird gleichzeitig die Vermutung ausgesprochen, daß dies durch den veränderten Stoffwechsel, Glykogen- gegenüber Stärkebildung, bedingt sei. — Der Teil der Lieske'schen Untersuchungen, der sich mit der Nachprüfung und Erweiterung dieser für die Bewertung der »Verwandtschaftsreaktion« wichtigen Angabe befaßt, erfordert besonderes Interesse. — Verf. benutzte farblose Stämme von Chlorella vulgaris und Scenedesmus obliquus und verglich mit ihnen grüne Stämme, die auf gleichen Nährböden in Licht und in Dunkelheit erwachsen waren. Es zeigte sich, daß die im Dunkeln, also heterotroph, ernährten Stämme sich mit den farblosen im wesentlichen gleich verhielten und deutlich von dem im Licht autotroph ernährten sowohl agglutinatorisch, als noch schärfer durch die Komplementbindungsmethode zu unterscheiden waren. Es findet damit die Vermutung, daß verschiedengeartete Stoffwechselvorgänge auch ein verschiedenes serologisches Verhalten artgleicher Organismen bedingen können, ihre experimentelle Bestätigung. Ob etwa auch die grünen Stämme bei heterotropischer Ernährung statt Stärke Glykogen bilden, bleibt unerörtert.

Sicherlich werden diese Erfahrungen den Verf. bestimmen, auch in seinen weiteren angekündigten serologischen Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse einzelliger Organismen mit gleicher kritischer Umsicht vorzugehen. Zeigt doch z. B. eine soeben erschienene Mitteilung von Lichtenstein (Arch. f. Anat. u. Phys. 1915), daß besonders die Agglutination durch relativ unspezifische Zellinhaltsstoffe hervorgerufen werden kann. Natrium nucleinicum aus Bierhefe dargestellt, ruft ein alle Hefearten ganz unspezifisch agglutinierendes Immunserum hervor, während durch Impfung mit den einzelnen Hefestämmen selbst sehr spezifische Immunsera hervorgerufen werden.

Bei der Würdigung der Lieske'schen Mitteilung verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, daß diese gründlichen rein theoretischen

Untersuchungen in den Freistunden des militärischen Dienstes ausgeführt wurden. W. Magnus.

Johnson, D. S., and **York, H. H.**, The Relation of Plants to Tide-Levels.

Carnegie Institution of Washington. 1915. No. 206. 1—162. Mit zahlreichen Tabellen, Karten, Textfig. u. Tafn.

Das Buch stellt meines Wissens den ersten Versuch dar, die Vegetation des Gezeitengürtels für ein bestimmtes Gebiet als einheitliche Lebensgemeinschaft zusammenzufassen. Als gemeinsamen Faktor für alle Komponenten dieser Gemeinschaft würde Ref. die Fähigkeit amphibischer Lebensgemeinschaft am Meeresstrande bezeichnen. Die obere Grenze dieses mit Pflanzen bestandenen Küstengebietes würde da liegen, wo sich Pflanzen einstellen, auf die eine auch nur einmalige Bespülung mit Salzwasser wie Gift wirkt, die untere Grenze da, wo die Pflanzen auch gegen sehr kurze Entblößung von Wasser äußerst empfindlich sind. Beide Grenzen sind aber im Vegetationsbilde nicht so augenfällig, als man erwarten sollte, da an der oberen Grenze die salzfliehenden Formen sich mit solchen Brakwasserpflanzen mischen können, die stellenweise auch mit Süßwasser vorlieb nehmen, die untere Grenze aber von solchen Algen überschritten wird, die neben amphibischer Lebensweise auch dauernd untergetaucht wachsen können. Alle bisherigen Darstellungen nun, die sich mit der Vegetation des Gezeitengürtels beschäftigen, gehen von der Lebensgemeinschaft der Meeresalgen aus und berücksichtigen die vom Lande aus gegen das Meer vordringenden Pflanzen nur so weit, wie ihre Erwähnung als Unterlage für Algen nicht zu umgehen ist. In dem vorliegenden Werk spielen die Blütenpflanzen eine ebenso wichtige Rolle wie die Meeresalgen und die Art, wie die einen die anderen ablösen und welche Rolle dabei und bei der Anordnung im einzelnen der Wechsel von Überflutung und Entblößung spielt, ist der eigentliche Gegenstand der Darstellung.

Das untersuchte Gebiet ist das innere, vom Außenteil durch eine Landzunge geschiedene Becken des Cold-spring-Hafens, östlich von Long-Island. Das hier gelegene Biologische Laboratorium des Brooklyn-Institutes of Arts and Sciences bietet für die Phykologen nicht gerade günstige Verhältnisse. Das Becken hat nur geringe Wassertiefe und sein schlammiger, besonders im Süden von Prielen durchzogener Boden liegt bei tieferen Ebben zum großen Teil trocken. Nur auf eine Ausdehnung von etwa 100 Quadratfuß hält sich bei mittlerem Niedrigwasser die Tiefe auf 7 bis 7,5 Fuß und hier ist der Boden auch etwas gröber, sandig oder kiesig und mit Muschelschalen vermischt. Anstehender

Felsen fehlt ganz, doch ist ein großer Teil des Ufers durch Steinkais befestigt. Der Gezeitenunterschied beträgt im Minimum 4,2, im Maximum 10,8 Fuß. Der mittlere Unterschied berechnet sich auf 7,63 Fuß. Als höchstes Niveau, das bei Wintersturmfluten noch unter dem Einfluß des Salzwassers kommen kann, wird die 12-Fußgrenze angesetzt. — Über den Salzgehalt finden sich sonderbarerweise keine Angaben. Es wird nur mitgeteilt, daß das spezifische Gewicht, das auf 1,022 angegeben wird und einem Salzgehalt von 2,8% entsprechen dürfte, im Hafenbecken selbst nur geringen Schwankungen durch den Gezeitenwechsel unterworfen ist, nach den Rändern zu dagegen durch Süßwasserzuflüsse stellenweise innerhalb einer Stunde von 1,014 auf 1,00 heruntergehen kann, während am Ufer selbst gewisse Ausflußbecken bei Ebbe meist völlig süß werden. Auch über den Wechsel der Temperatur mit den Tiden liegen nur wenig Angaben vor.

Um Klarheit zu gewinnen, wie lange die Pflanzen der verschiedenen Standorte tatsächlich vom Wasser entblößt sind, wurde das Gebiet mit einem Liniennetz von senkrechten Stäben überzogen, an denen das Niveau in bestimmten Zeitintervallen abgelesen und mit Hilfe von selbstregistrierenden Flutmessern kontrolliert werden konnte. Durch Division der monatlichen Stundenzahl, während welcher ein bestimmter Standort emergiert, durch die Stundenzahl, während welcher er überflutet ist, erhält man den Emersionsindex dieses Standorts und kann nun für dieselbe Art aller Standorte feststellen, innerhalb welcher Grenzen dieser Index schwankt. Der praktische Wert dieser Indexgrenzen liegt nach der Meinung der Verff. darin, daß man für die hier behandelten Pflanzen ihre vertikale Verbreitung in irgendeinem anderen Gebiete vorausbestimmen kann, wenn man die Gezeitenverhältnisse dieses Gebietes kennt. Wie weit sich diese Hoffnung erfüllt, muß freilich abgewartet werden. Sicherlich stellen die zeitweilige, oft stundenlange Entblößung von Meereswasser, die damit verbundene kräftige Transpiration der Pflanzen, ihre erhebliche Erwärmung bei starker Bestrahlung, die große Steigerung des Salzgehalts, die in dem festgehaltenen Seewasser vermutet werden darf, eine solche Veränderung der äußeren Bedingungen dar, daß dies nicht ohne Einfluß auf die Verbreitung der Pflanzen in den verschiedenen Höhenlagen bleiben kann. Andererseits ist bekannt, daß für die größere oder geringere Annäherung der Strandpflanzen an die Küste ihre Fähigkeit, Salzwasser zu ertragen, von großer Bedeutung ist, so daß hier der Faktorenkomplex des Gezeitenwechsels zu einer Salzgehaltsfrage wird. Das wird von den Verff. auch durchaus berücksichtigt, wie sie auch die lokalen Bodenverhältnisse überall in Rechnung ziehen. Übrigens setzt eine Prüfung,

wie weit die Indexgrenzen von Cold-spring-Harbour auch für die Pflanzen anderer Gebiete gelten, bei der Umständlickeit der Indexbestimmung eine recht langwierige Vorarbeit voraus.

Ein Eingehen auf Einzelheiten ist bei dem Umfang des Buches, das mit zahlreichen Karten, Tabellen und Vegetationsbildern ausgestattet ist, nicht möglich. Nur weniges sei herausgegriffen. Es werden, von den Planktonpflanzen abgesehen, die ja den Gezeiten gegenüber wehrlos sind und deshalb besser ganz ausgeschieden worden wären, 4 Hauptgürtel in der Gezeitenzone unterschieden: 1. Der oberste oder supralitorale Gürtel. Er reicht von der äußersten, bei 12 Fuß gelegenen Grenze, die nur noch hin und wieder von winterlichen Sturmfluten erreicht wird, bis zum Niveau von 8 Fuß und umfaßt die meist sandig-kiesige Steilküste und die sumpfige Marschküste. Hier findet sich noch eine Cladonia- neben einer Lyngbya- und einer Nostoc-Art. Der Vegetation der Steilküste entspricht ungefähr die Warmingsche Zone der halophilen Blütenpflanzen, doch fehlen ihr so charakteristische Pflanzen wie Salicornia und Suaeda, die erst in dem darauffolgenden 2. oberen litoralen Gürtel auftreten, der von 8 bis 6,5 Fuß herabreicht und bereits blaugrüne und grüne Meeresalgen, wie Calothrix, Monoctroma und Enteromorpha aufweist (15 Blütenpflanzen und 9 Meeresalgen). 3. Im mittleren litoralen Gürtel von 6 Fuß bis zu 1,5 Fuß herab herrschen schon die typischen Meeresalgen wie Fucus, Ascophyllum, Porphyra und Pylaiella vor, dazwischen finden sich aber auch die charakteristischen Aestuarienalgen Bostrychia rivularis und Delesseria leprieurii. Nur zwei Blütenpflanzen gedeihen hier, Spartina glabra var. alternifolia, die oft weite Strecken in dichten Beständen überzieht, und, weniger reichlich, Lilaeopsis lineata. 4. Der untere litorale Gürtel. Unter den Meeresalgen treten die Rhodophyceen häufiger auf. Von Blütenpflanzen gedeihen nur noch Zostera marina und Ruppia maritima.

Im ganzen genommen entspricht die Vegetation von Cold-spring-Harbour ungefähr der Pflanzengemeinschaft, wie wir sie bei uns an der nordfriesischen Wattenküste haben. Doch fehlt hier die Spartina-Formation vollkommen. An Algenmasse übertrifft das amerikanische Gebiet den deutschen Küstenstrich, aber die Artenzahl ist noch geringer wie in diesem schon recht algenarmen Gebiet. Charakteristisch sind die ungeheuren Mengen von Ulva, die den ganzen Boden des Beckens bedecken. Im übrigen werden namhaft gemacht etwa 2 Dutzend Cyanophyceen, nicht ganz so viel Chlorophyceen, 11 Phaeophyceen und 16 Rhodophyceen.

Die Sorgfalt, mit der die Verff. an das Problem herangegangen

sind und seine Analyse versucht haben, kann als vorbildlich für ähnliche Untersuchungen gelten. Die Literatur, die allerdings sehr ausgedehnt und zerstreut ist, hätte hier und da vielleicht etwas stärker zum Vergleich herangezogen werden können. Kuckuck.

Neue Literatur

Allgemeines.

Kammerer, P., Allgemeine Biologie. (Urzeugung; Leben und Tod; Reizbarkeit; Bewegbarkeit; Stoffwechsel; Wachstum; Entwicklung; Zeugung und Vermehrung; Vererbung; Abstammung.) Stuttgart. *1916.* 221 S. 4 farb. Taf. 86 Fig.

Tschirch, A., Vorträge und Reden. Gesammelt und herausgeg. von Schülern und Freunden. Borntraeger, Leipzig. *1915.*

Zelle.

Liehr, O., s. unter Angiospermen.

Nothnagel, M., Reduction divisions in the pollen mother cells of Allium tricoccum. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 453—477.)

Popoff, M., s. unter Physiologie.

Gewebe.

Daniel, J., Les couches concentriques ligneuses secondaires chez les dicotylédones. (Rev. génér. Bot. *1916.* **28**, 79—115.)

Gurnik, W., Beiträge zur Kenntnis der Kernholzbildung. Bern. *1915.* 63 S. 8 Fig.

Lange, R., Beiträge zur biologischen Blütenanatomie. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen [Cohn]. *1916.* **13**, 221—285.)

McCrone, G., s. unter Angiospermen.

Stewart, A., Notes on the anatomy of Peridermium galls. (Am. Journ. Bot. *1916.* **3**, 12—22.)

Wendel, E., Zur physiologischen Anatomie der Wurzelknöllchen einiger Leguminosen. (Beitr. z. allg. Bot. *1916.* **1**, 151—188.)

Morphologie.

Linsbauer, K., Studien über die Regeneration des Sproßscheitels. (Anz. k. Ak. Wiss. Wien. *1915.* **52**, 265—267.)

Exo, A., s. unter Physiologie.

Physiologie.

Ayres, A. H., s. unter Algen.

Blanc, L., Recherches expérimentales sur l'influence des variations de température sur la respiration des plantes. (Rev. génér. Bot. *1916.* **28**, 65—79.)

Bose, J. C., und **Chandra, S.**, Physiological investigations with petiole-pulvinus preparations of Mimosa pudica. (Proc. r. Soc. London. *1916.* B. **89**, 213 bis 231.)

Bovie, W. T., The action of light on protoplasm. (Am. Journ. Trop. Diseases & Prev. Med. *1915.* **2**, 506—517.)

Brown, W. H., The mechanism of movement and the duration of the effect of stimulation in the leaves of Dionaea. (Am. Journ. Bot. *1916.* **3**, 68—90.)

Deleano, N. T., Le ferment peptolitique du Ficus carica L. (Bull. Ac. roumaine. *1916.* **4,** 345—354.)

Exo, A., Poa alpina und die Erscheinung der Viviparie bei ihr. Diss. Bonn. *1916.* 54 S.

Fred, E. B., Relation of carbon bisulphid to soil organisms and plant growth. (Journ. agr. Res. *1916.* **6.**)

Gates, F. C., The daily movements of leguminous leaflets. (Plant World. *1916.* **19,** 42—45.)

Greaves, J. E., s. unter Bakterien.

Hagen, F., Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates. (Beitr. z. allg. Bot. *1916.* **1,** 261—291.)

Harder, E. C., s. unter Bakterien.

Harms, H., Nachträge und Verbesserungen zu meinem Aufsatze über Fluorescenzerscheinungen. (Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg. *1916.* **57,** 191—202.)

Jaccard, P., Über die Ursachen des Dickenwachstums der Bäume. (Natw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14,** 325—346.)

Long, E. R., Acid accumulation and destruction in large succulents. (Plant World. *1915.* **18,** 261—272.)

Miller, E. C., s. unter Angewandte Botanik.

Miyoshi, M., Über die Ausflußmenge des Blutungssaftes einiger Bäume. (Journ. Coll. Sc. imp. Univ. Tokyo. *1916.* **38,** 1—14.)

Osterhout, W. J. V., The nature of mechanical stimulation. (Proc. nation. Ac. Sc. *1916.* **2,** 237—239.)

Otto, H., Untersuchungen über die Auflösung von Zellulosen und Zellwänden durch Pilze. (Beitr. z. allg. Bot. *1916.* **1,** 190—259.)

Popoff, M., Künstliche Parthenogenese und Zellstimulantien. (Biol. Centralbl. *1916.* **36,** 175—191.)

Reed, G. B., The measurment of oxidation potential and its significance in the study of oxidases. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 523—528.)

—, On the mechanism of oxidase action. (Ebenda. **62,** 53—65.)

Runner, G. A., s. unter Angewandte Botanik.

Schanz, F., Die Lichtreaktion der Eiweißkörper. (Arch. f. d. ges. Physiol. [Pflüger.] *1916.* **164,** 14 S.)

Schreiber, K., s. unter Verschiedenes.

Shull, C. A., Measurment of the surface forces in soils. (Bot. Gaz. *1916.* **62,** 1—32.)

Spoehr, H. A., The theories of photosynthesis in the light of some new facts. (Plant World. *1916.* **19,** 1—16.)

Stoklasa, J., und **Matouschek, A.,** Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Physiolog. Bedeutung des Kalium-Ions im Organismus der Zuckerrübe. G. Fischer, Jena. *1916.* 230 S., 23 T., 1 A.

Weavers, J. E., A study of the root-systems of prairie plants of south-eastern Washington. (Plant. World. *1915.* **18,** 273—292.)

William, J. J., and **West, R. M.,** Effect of climatic factors on the hydrocyanic-acid content of Sorghum. (Journ. agric. research Washington. *1916.* **6.**)

Wünsche, F. R., Die Bestandteile der Gramineenkeime, mit besonderer Berücksichtigung und Untersuchung der Bestandteile der Malzkeime. (Neuchâtel. *1915.* 81 S.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Collins, G. N., and **Kempton, J. H.,** Parthenogenesis. (Journ. Heredity. *1916.* **7,** 106—118.)

Ewart, A., Variations in the plants from the sauce head of wheat. (Journ. Dep. Agr. Victoria. *1916.* **14,** 168—169.)

Groth, B. H. A., Some results in size inheritance. (New Jersey Agric. Exper. Stat. *1915.* Bull. 278. 92 S.)

Hayes, H. K., und **East, E. M.,** Further experiments on inheritance in maize. (Bull. Connecticut Agr. Exp. Stat. *1915.* **188,** 31 S.)

Schneider, W., Über die Frage der geschlechtsbestimmenden Ursachen. (Natw. Wochenschr. N. F. *1916.* **15,** 49—53; 65—71.)

Stomps, Th. J., Über den Zusammenhang zwischen Statur und Chromosomenzahl bei den Oenotheren. (Biol. Centralbl. *1916.* **36,** 129—160.)

Ökologie.

Bailey, J. W., and **Simrott, E. W.,** The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. (Am. Journ. Bot. *1916.* **3,** 24—39.)

Häbler, L., Amphibische Pflanzen. (Prometheus. *1916.* **27,** 489—491.)

Kavina, K., Ein Beitrag zur Blütenbiologie der Gattung Pedicularis Tournefort. (Sitzgsber. kgl. böhm. Ges. Wiss. *1915.* 1—20.)

Lange, R., s. unter Gewebe.

Richardson, A. E. V., and **Green, W. H.,** Does the value of wheat grain depend on its position in the ear? (Journ. Dep. Agr. Victoria. *1916.* **14,** 140 bis 146.)

Sears, P. B., Evaporation and plant zones in the Cedar Point marsh. (Ohio Journ. Sci. *1916.* **16,** 91—100.)

Algen.

Ayres, A. H., The temperature coefficient of the duration of life of Ceramium tenuissimum. (Bot. Gaz. *1916.* **62,** 65—70.)

Collins, F. S., and **Howe, M. A.,** Notes on species of Halymenia. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916.* **43,** 169—181.)

Frye, T. C., Gas pressure in Nereocystis. (Pujet Sound Marine Stat. Publ. *1916.* **1,** 85—88.)

Hurd, A. M., Codium mucronatum. (Publ. Puget Sound Marine Stat. *1916.* **1,** 109—135.)

Sauvageau, C., Sur les gamétophytes de deux Laminaires (L. flexicaulis et L. saccharina). (C. R. Ac. Sc. Paris. *1916.* **162,** 601—604.)

Bakterien.

Burckhardt, J. L., Untersuchungen über Bewegung und Begeißelung der Bakterien und der Verwendbarkeit dieser Merkmale für die Systematik. Teil I. Über die Veränderlichkeit von Bewegung und Begeißelung. München. *1915.* 88 S.

Christensen, H. R., Versuche und Untersuchungen betreffend verschiedene Impfmittel für Leguminosen, mit besonderer Rücksicht auf das Verhältnis zwischen der Impfwirkung und der Bodenbeschaffenheit. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 282—304.)

Fischer, H., Über qualitative und quantitative Leistungen stickstoffsammelnder Bakterien im Wasser und im Boden unter Wasserbedeckung. (Ebenda. 304 bis 320.)

Greaves, J. E., Stimulating influence of arsenic upon the nitrogen-fixing-organisms of the soil. (Journ. agric. research. Washington. *1916.* **6.**)

Harder, E. C., The occurrence of bacteria in frozen soil. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 507—518.)

Jacoby, M., Über Harnstoffspaltung durch Bakterien. (Biochem. Zeitschr. *1916.* **74,** 109—115.)

Obst, M. M., Bacteria in commercial bottled water. (U. S. Dep. agric. Washington. *1916.* Bull. 369.)

Thöni, J., Der Nachweis von Bakterium coli im Wasser mit Hilfe der Milchzuckerpeptonagarschüttelkultur. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 334—347.)

Pilze.

Arthur, C. J., A Gymnosporangium with repeating spores. (Am. Journ. Bot. *1916.* **3**, 40—45.)

Fischer, E., Der Wirtswechsel der Uredineen Thecopsora sparsa und Pucciniastrum Circaeae. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46**, 333—334.)

—, s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheit.

Jaap, O., Siebentes Verzeichnis zu meinem Exsiccatenwerk »Fungi selecti exsiccati«, Serien XXV—XXXVIII (Nummern 601—700), nebst Beschreibungen neuer Arten und Bemerkungen. (Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg. *1916.* **57**, 8—25.)

Klöcker, A., Über die Bildung eines Fluoresceïn ähnlichen Stoffes in Kulturen von Aspergillus glaucus. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46**, 225—226.)

Konwiczka, H., Bekannte eßbare und giftige Pilze. Ein Ratgeber für Pilzfreunde. Mit 44 kol. Abb. u. 2 Fig. 2. Aufl. *1916.* 70 S. Ernstsche Verlagsh., Leipzig.

Murrill, W. A., A new family of Hymenomycetes. (Mycologia. *1916.* **8**, 56.)

—, A new genus of resupinate Polypores. (Ebenda. 56—57.)

Otto, H., s. unter Physiologie.

Pool, V. W., und **McKay, M. B.**, Climatic conditions as related to Cercospora beticola. (Journ. agr. Res. *1916.* **6**, 21—60.)

Postolka, A., Über Pilzwachstum in Hühnereiern. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46**, 320—330.)

Weir, J. R., Hypoderma deformans, an undescribed needle fungus of western Yellow Pine. (Journ. agric. research. Washington. *1916.* **6**.)

Will, H., Beiträge zur Kenntnis der Sproßpilze ohne Sporenbildung, welche in Brauereibetrieben und in deren Umgebung vorkommen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46**, 226—282.)

Flechten.

Riddle, L. W., The Lichens of Bermuda. (Bull. Torrey bot. Club. *1916.* **43**, 145—160.)

Moose.

Arnell, H. W., and **Jensen, C.**, Bryum (Eubryum) vermigerum Arnell et Jensen nov. spec. (Bot. Not. *1916.* 129—132.)

Dunham, E. M., How to know the mosses without the aid of a lens. (Bryologist *1916.* **19**, 19—23.)

Kavina, K., Ein Beitrag zur Torfmoosflora Australiens. (Sitzgsber. k. böhm. Ges. Wiss. *1915.* 1—8.)

McAllister, D., The morphology of Thallocarpus Curtisii. (Bull. Torrey bot. Club. *1916.* **43**, 117—126.)

Wänker v. Dankenschweil, H., Beiträge zur Anatomie der Laubmoose. Freiburg. *1915.* 48 S. 3 Taf.

Farnpflanzen.

Benedict, R. C., The origin of new varieties of Nephrolepis by orthogenetic saltation. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916.* **43**, 207—254.)

Bicknell, R. C., s. unter Pflanzengeographie.

Boshnakian, S., Breeding nephrolepsis ferns. (Journ. of Heredity. *1916.* **7**, 225—236.)

Pfeiffer, N. E., The prothallia of Ophioglossum vulgatum. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 518—523.)

Schwaighofer, A., s. unter Angiospermen.

Gymnospermen.

Berry, E. W., s. unter Palaeophytologie.

Schwaighofer, A., s. unter Angiospermen.

Angiospermen.

Blake, S. F., s. unter Pflanzengeographie.

Bödeker, F., Mamillaria multihamata Bödeker spec. nov. (Mschr. Kakteenk. *1915*. **25**, 76—80.)

Davidson, A., Allium Burlewii n. sp. (Bul. S. Cal. Acad. Sci. *1916*. **15**, 17—18.)

Domin, K., Vergleichende Studien über den Fichtenspargel mit Bemerkungen über Morphologie, Phytogeographie, Phylogenie und systematische Gliederung der Monotropoiden. (Sitzgsber. k. böhm. Ges. Wiss. *1915*. 1—111.)

Liehr, O., Ist die angenommene Verwandtschaft der Helobiae und Polycarpicae auch in ihrer Cytologie zu erkennen? (Beitr. z. Biol. d. Pfl. [Cohn]. *1916*. **13**, 135—221.)

Macbride, F. J., Certain Borraginaceae new and transferred. (Proc. Am. Acad. Arts Sci. *1916*. **51**, 541—548.)

Marshall, E. S., A new Salicornia variety and hybrid. (Journ. of Bot. *1915*. **53**, 362—363.)

McCrone, G., Histology of Malva rotundifolia. (Sc. Bull. Kansas Univ. *1915*. **9**, 261—267.)

Meyer, R., Verschollene Arten der Gattung Echinopsis. (Mschr. Kakteenk. *1915*. **25**, 60—64, 73—76.)

Nothnagel, M., s. unter Zelle.

Safford, W. E., Desmopsis, a new genus of Annonaceae. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916*. **43**, 183—193.)

Schwaighofer, A., Tabellen zur Bestimmung einheimischer Samenpflanzen und Gefäßsporenpflanzen. Für Anfänger, insbes. f. d. Gebrauch beim Unterricht zusammengest. 18. Aufl. *1916*. 171 S. 96 Abb. A. Pichlers Wwe. & Sohn, Wien.

Sherff, E. E., Studies in the genus Bidens III. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 495—507.)

Palaeophytologie.

Antevs, E., Das Fehlen respektive Vorkommen der Jahresringe in paläo- und mesozoischen Hölzern und das klimatische Zeugnis dieser Erscheinungen. (Geol. Fören. Stockholm Förhandl. *1916*. 212—219.)

Berry, E. W., The geological history of Gymnosperms. (Plant World. *1916*. **19**, 27—41.)

Kubart, B., Ein Beitrag zur Kenntnis von Anochoropteris pulchra. Eine Primofilicineenstudie. (Anz. kais. Ak. Wiss. Wien. *1916*. **53**.)

Pflanzengeographie. Floristik.

Beyer, R., Über einige neue Pflanzenformen aus dem mitteleuropäischen Florengebiet. (Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg. *1916*. **57**, 144—149.)

Bicknell, E. P., The ferns and flowering plants of Nantucket XVII. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916*. **43**, 265—277.)

Blake, S. F., Compositae new and transferred, chiefly Mexican. (Proc. Am. Acad. Arts & Sci. *1916*. **51**, 515—526.)

Christ, H., Zur Geschichte des alten Bauerngartens der Basler Landschaft und angrenzender Gegenden. Basel. *1916*. 130 S. 21 A. 1 farb. T.

Holzfuß, E., Zur Rosenflora von Pommern. (Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg. *1916*. **57**, 187—190.)

Kooders, S. H., und **Valeton, T.**, Atlas der Baumarten von Java. 14 Lief. Leiden, P. W. M. Trap. *1916*.

Nichols, G. E., The vegetation of Connecticut. V. Plant societies along rivers and streams. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916*. **43**, 235—264.)

Ramalay, F., Quadrat studies in a mountain grassland. (Bot. Gaz. *1916*. **62**, 70—74.)

Sears, P. B., s. unter Ökologie.

Shaw, C. H., The vegetation of Selkirks. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 477—495).

Stewart, A., Some observations concerning the botanical conditions of the Galapagos Islands. (Transact. Wisconsin Ac. *1915*. **18**, 340 S.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Appel, O., International Phytopathology. (Phytopathology. *1916.* **6,** 55—63.)

Bartholomew, E. T., Observations on the fern rust Hyalopsora Polypodii. (Bull. Torrey Bot. Club. *1916.* **43,** 195—199.)

Baer, W., Über Nadelholz-Blattwespen. (Natw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14,** 307—325.)

Fischer, E., Die Verbreitungsverhältnisse des Blasenrostes der Arve und der Weymouthkiefer, Cronartium ribicola. (Mitt. natf. Ges. Bern. *1915* [*1916*]. 23.)

Rikii, M., Zur Kenntnis der arktischen Zwergkrankheiten. (Vierteljahrschr. natf. Ges. Zürich. *1916.* **61,** 231—248.)

Stewart, A., s. unter Gewebe.

Weir, J. R., Mistletoe injury to Conifers in the Northwest. (U. S. Dep. of agric. research. Washington. *1916.* Bull. 360, 39 S.)

Angewandte Botanik.

Fischer, H., Beiträge zur Teichdüngungslehre. (Natw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14,** 289—397.)

Forsaith, C. A., A report of some allocthonous peat deposits of Florida Part. I. Topographical. (Bot. Gaz. *1916.* **62,** 32—53.)

Hood, S. C., Commercial production of Thymol from horsemint (Monarda punctata). (U. S. Dep. agric. research. Washington. *1916.* Bull. 372.)

Maurizio, A., Über die mikroskopische Bestimmung der Menge fremder Stoffe in Pulvern. (Mitt. Geh. Lebensmittelunt. u. Hyg. *1915.* **6,** 4 S.)

Miller, E. C., Comparative study of the root systems and leaf areas of Corn and the Sorghums. (Journ. agric. research. Washington. *1916.* **6.**)

—, Relative water requirement of Corn and the Sorghums. (Ebenda.)

Runner, G. A., Effect of Röntgen-rays of the tobacco, or cigarette, beetle and the results of experiments with a new form of Röntgen-tube. (Ebenda.)

Tubeuf, C. v., Harzungs-Fragen. (Natw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1916.* **14,** 346—385.)

Technik.

Emich, F., Ein Beitrag zur quantitativen Mikroanalyse. (Anz. ksl. Ak. Wiss. Wien. *1915.* 54—55.)

Herrera, A. L., Etude microchimique du charbon de sucre pur. (Bot. Diren. Est. biol. *1916.* **1,** 279—280.)

Verschiedenes.

Jeffrey, E. C., Charles René Zeiller. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 528—529.)

Kiliani, H., Über Digitalis-Samen-Glycoside und deren Spaltungsprodukte. (Ber. deutsch. chem. Gesellsch. *1916.* **49,** 701—721.)

Niendorf, K., Alphabetisches Wörterverzeichnis botanisch-deutscher Pflanzennamen. Mit Angabe d. natürl. Familie u. d. Pflanzenarten. Für Gärtner, Gartenbesitzer, Blumenfreunde, Lehrer, Landwirte usw. 2. Aufl. *1916.* 276 S. Ernstsche Verlagsh., Leipzig.

Schreiber, K., Über hautreizende Hölzer. Jena. *1915.* 63 S. 7 T.

Personalnachricht.

Prof. Dr. Hugo Miehe in Leipzig wurde als Nachfolger W. Beneckes auf den Lehrstuhl für Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin berufen.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Besprechungen.

Pascher, A., Über die Kreuzung einzelliger, haploider Organismen: Chlamydomonas.

Ber. d. d. bot. Ges. 1916. **34**, 228—242. 5 Fig.

Verf. gibt in vorliegender Arbeit einen vorläufigen Bericht seiner uberaus interessanten Kreuzungs-Studien bei Chlamydomonas-Arten. Er beschreibt die beiden als Eltern benutzten Spezies, die sich in Form der vegetativen Zelle, wie der Gamete und Zygote, aber auch in physiologischer Hinsicht, z. B. Teilungsrhythmus, Reaktion infolge verschiedener phototaktischer Reizbarkeit usw. deutlich unterscheiden.

Von 80 im ganzen erhaltenen Heterozygoten vermochte Verf. 5mal das direkte Auskeimen zu je vier Zoosporen im Mikroskop zu beobachten, auch stellte er fest, daß eine Kernkopulation vorausgegangen und daß mit der Keimung eine Chromosomenreduktion notwendigerweise verbunden war, denn die Zoosporen waren mit ihren zehn Chromosomen genau so haploid wie es die Gameten gewesen waren.

Aus acht Heterozygoten gelang es dem Verf. weitere Nachkommen aufzuziehen. Davon zeigten fünf Kulturen nur die beiden Stammarten, drei dagegen »Mischformen«. Schon bei der ersten Gruppe könnte man an ein Aufspalten im Mendelschen Sinne denken, besonders wenn man berucksichtigt, daß die Beobachtung (in vier Fällen), genau zwei Zoosporen der Heterozygote als Chlamydomonas I und zwei als Chlamydomonas II ergaben. Dadurch, daß letztere Form sich schneller teilte als erstere, außerdem in ihrem Teilungsrhythmus weniger von den Außenbedingungen abhängig war, verschob sich nach kurzer Zeit das Verhältnis der beiderlei Individuen zueinander. Doch hat diese sekundär eintretende Verschiebung natürlich nichts mit Erblichkeitsphänomenen zu tun. Wenn Verf. trotzdem noch zögert, bei der Keimung dieser fünf Heterozygoten eine echte Mendelspaltung anzunehmen, so ist es deshalb, weil nicht mit Sicherheit der Einwand auszuschließen war, es möchte sich vielleicht um Fälle handeln, in denen gerade die Kern-

fusion gar nicht oder nur unvollständig gewesen war und das »Aufspalten« somit einen »rein vegetativen« Vorgang bedeutete.

Ganz sicher aber muß eine tatsächlich erfolgte Kernverschmelzung angenommen werden bei den drei noch restierenden Heterozygoten, deren Nachkommen Verf. in der Kultur direkt beobachtete. Hier handelte es sich um verschiedene Mischformen, in denen die »Merkmale« der Eltern, sowohl morphologische wie physiologische, zugleich kombiniert waren. Dabei traten in einer Kultur gerade nur vier verschiedene Sorten von Individuen auf, und das Nächstliegendste ist es wohl, diese auf je eine der aus der Reduktionsteilung hervorgegangenen Zoosporen zurückzuführen. Desgleichen liegt es wohl weiterhin am nächsten, die Verschiedenheiten mit einer verschiedenen Kombination von Chromosomen in den vier Tetradenzellen in Verbindung zu bringen. Leider ergab sich weder in Form noch Zahl der Chromosomen ein morphologisches Indicium für tatsächliche ungleiche genotypische Zusammensetzung der Kerne.

Verf. macht darauf aufmerksam, daß die von ihm beobachteten »Bastard-Organismen« prinzipiell verschieden von den »Bastarden« der höheren Pflanzen sind. Handelt es sich doch bei des Verf.s »haplomiktischen« Individuen um eine Ausschaltung des halben Chromosomensatzes des Zygotenkerns, während bei den Blütenpflanzen ja die beiderlei Chromosomengarnituren nebeneinander erhalten bleiben. Den Kopulationsvorgang, der der Bildung der »Haplomikten« zugrunde liegt, nennt Verf. »Haplomixis«.

Eine ausführlichere Darstellung der Ergebnisse, speziell eine Schilderung der beiden anderen Kulturen, in denen aus Heterozygoten Nachkommen hervorgingen, welche »Mischcharaktere« der Eltern zur Schau trugen, beabsichtigt Verf. in seiner ausführlichen Arbeit zu geben. Schon jetzt aber geht hervor, wie außerordentlich wertvoll die Studien Paschers für eine Vertiefung der Diskussionen sind, welche exakte Erblichkeitsforschung und Chromosomenstudium in Verbindung setzen möchten. Die eventuellen Beziehungen liegen ja hier weit einfacher als bei den Organismen, in denen die »charakteristischen Merkmale« an eine Diploidgeneration geknüpft sind.

Verf. schließt damit, daß er darauf hinweist, wie in der F_1-Generation der Bastarde von Blütenpflanzen wahrscheinlich gleichfalls häufig »haplomiktische« Sexualzellen gebildet werden. Dann würden aber bei einer Kreuzung zweier derartiger Zellen in der F_2-Generation Kombinationen auftreten, die einerseits die hier vorkommende Polymorphie erklären könnten, andererseits selbst Aufspaltungen geben, die an »Mutationen« erinnern. Diese Ausblicke dürften genügen, um verständlich

zu machen, daß wir die weiteren Resultate der technisch so mühsam durchzuführenden Erblichkeitsstudien des Verf.s mit Spannung erwarten dürfen. G. Tischler.

Melin, E., Die Sporogenese von Sphagnum squarrosum Pers. nebst einigen Bemerkungen über das Antheridium von Sphagnum acutifolium Ehrh.

Svensk bot. tidskr. 1915. 9, 261—293. Taf. 1, 2 Fig.

Jüngst hat Bryan die Entwicklung der Archegonien bei der zytologisch so lange vernachlässigten Gattung Sphagnum näher studiert (s. Ref. in dieser Zeitschr. 7, 541) und die interessante Tatsache konstatiert, daß sich hier viel mehr Anklänge an die Lebermoose als an die Laubmoose finden. Verf. erwähnt auch, daß er bei Sphagnum squarrosum im wesentlichen die Resultate bestätigen kann, die Bryan an Sphagnum subsecundum gewonnen hat[1]. Indes dürften diese Funde nicht dazu verleiten, Sphagnum in nähere Beziehung zu den Hepaticae zu setzen. Bei der Entwicklung der Sporogone und Antheridien zeigen sich vielmehr durchaus laubmoosähnliche Verhältnisse.

Die Arbeit ist in Juels Laboratorium angefertigt und zeichnet sich durch ihre exakt vorsichtige Darstellung vorteilhaft aus.

Von der Sporogenese sei besonders hervorgehoben, daß die jungen Archesporzellen nur je einen Chloroplasten besitzen, der sich während der Prophasen nacheinander in 2 und 4 teilt. Während der beiden allotypen Teilungsschritte werden diese dann auf die jungen Sporen so verteilt, daß jede nur einen Chromatophor besitzt. Darin verhält sich also Sphagnum wie die übrigen Laubmoose und Anthoceros im Gegensatz zu den Lebermoosen (außer der letztgenannten Gattung). Der Kern nimmt in der Diakinese eine eigenartige 4lappige Form an und erstreckt die 4 Ecken nach den Chloroplasten. Später nach erfolgter Bildung der Reduktionsspindel orientieren sich deren Pole aber nur nach 2 gegenüberliegenden Chromatophoren. Die Spindel wird dabei scharf bipolar. Bei den sonstigen untersuchten Bryophyten enden die Spindeln meist stumpf zwischen zwei Chloroplasten. Centrosomen fehlen trotz der scharf zugespitzten Spindel völlig. Von Einzelheiten der hete-

[1]) Auf p. 466 von Svensk bot. Tidskr. 9 findet sich der Inhalt eines Vortrages kurz referiert, den Verf. in Upsala u. a. über die Archegonentwicklung von Sphagnum gehalten hat. Er meint, daß sie eine Mittelstellung zwischen Leber- und Laubmoosen einnehme. Im Anfang existiert eine zweischneidige Scheitelzelle wie bei den Laubmoosen, aber sie beteiligt sich nicht bei der Bildung der Halskanalzellen. Darin also gleicht Sphagnum den Lebermoosen. In der äußeren Form ähnelt wieder das Archegon mehr dem der Laubmoose und die Zahl der Halskanalzellen ist auch wie dort beträchtlich groß.

rotypen Mitose möchte Ref. noch anführen, daß Verf. mit Grégoire und Strasburger für eine Parasynthese eintritt, die »second contraction« verwirft, resp. die Bilder, welche für sie zu sprechen scheinen, anders deute, endlich auf die bemerkenswerte Erscheinung hinweist, daß die Gemini während der Diakinese nicht wie gewöhnlich an der Peripherie des Kerns liegen, sondern sich mehr um den Nucleolus gruppieren. Die Chromosomenzahl konnte auf 20 bestimmt werden: das ist für Bryophyten schon eine relativ hohe Zahl. Wichtig ist dann ferner, daß während der ersten Reifungsteilung eine transitorische Zellplatte auftritt, allerdings in etwas anderer Weise als in den bekannten Fällen im Embryosack der Blütenpflanzen.

Ein besonderer Abschnitt beschäftigt sich mit der nach Verf. systematisch wichtigen Verteilung der Chloroplasten während der ganzen Ontogenese. Wir hörten schon, daß die Zahl mit der bei Anthoceros und den Laubmoosen in den Archesporzellen und jungen Sporen übereinstimmt. Nun unterscheidet sich Anthoceros von den Laubmoosen bekanntlich darin, daß ersteres in den vegetativen Zellen des Gametophyten nur 1, in denen des Sporophyten 2 hat, die Laubmoose jedoch durchweg in sämtlichen »sterilen« Zellen viele besitzen. Sphagnum folgt darin völlig dem Typus der Laubmoose.

Auch sonst ist Verf. geneigt, die in der Literatur niedergelegten Ähnlichkeiten zwischen Anthoceros und Sphagnum als unwesentlich zu betrachten, jedenfalls sie weit hinter den viel größeren Übereinstimmungen zurückzustellen, die Sphagnum mit den Laubmoosen verbinden. Vor allem zeigt das die Antheridienentwicklung von Sphagnum, die bei Sphagnum acutifolium studiert wurde.

Einmal wächst das junge Antheridium mit einer zweischneidigen Scheitelzelle, also wie das bei den übrigen Laubmoosen der Fall ist, entgegen Anthoceros und den Lebermoosen. Auch liegen die Spindeln der Androcytmutterzellen nicht diagonal, wie wir das typisch für die gesamten Lebermoose kennen, sondern längs orientiert in der Zelle wie bei den Laubmoosen.

Die sonstigen Einzelheiten seien im Original eingesehen. Ref. erwähnt nur, daß auch Verf. in der Androcytmutterzelle zum ersten Male jene stark färbbaren Körper auftreten sieht, die während der Androcytenentwicklung als Blepharoplasten funktionieren. Mit Centrosomen haben diese Körper sicher nichts zu tun. Im einzelnen decken sich die Verhältnisse mit denen, wie sie Allen bei Polytrichum beschrieb.

Von einer Abschnürung der Blepharoplasten aus dem Kern, die seinerzeit Ikeno für Marchantia zu sehen glaubte, hat Verf. im Einverständnis mit den neueren Autoren nichts bemerkt. G. Tischler.

Aase, H. C., Vascular anatomy of the Megasporophylls of Conifers.

Contributions from the Hull Bot. Labor. 208. Bot. Gaz. 1915. **60,** 277-313.

In dieser Arbeit wird die alte Frage von den Beziehungen der Deck- und Fruchtschuppe der Koniferenzapfen zueinander durch eingehende Untersuchung der Gefäßbündelverteilung zu lösen gesucht. Die Einzelheiten können hier nicht wiedergegeben werden, man bittet sie im Original zu vergleichen.

Auf Grund der Untersuchungen teilt der Verf. die Koniferen in zwei Gruppen: In der ersteren entspringen die Bündel für Deck- und Fruchtschuppe als von vornherein gesonderte Bündel im Ringe des Stammquerschnittes, im anderen Falle bleiben die beiden für Deck- und Fruchtschuppe bestimmten Bündel mehr oder weniger weit vereinigt. Vergleicht man nun die Zugehörigkeit der Gattungen und Arten der Koniferen zu diesen beiden auf Grund des Bündelverlaufes gebildeten Gruppen, so findet man, daß diese Merkmale keinerlei durchgreifende Bedeutung besitzen können, denn schon in ein und demselben Zapfen von Pinusarten sind die oberen Deck- und Fruchtschuppen dem ersteren, die unteren dagegen dem zweiten Typus zuzurechnen. Die Bündelverteilung steht offenbar vielmehr in direkter Beziehung zu der Ausdehnung, welche das betreffende Organ erreichen wird, einerlei, ob sie bei der Deck- oder der Fruchtschuppe erheblicher ausfällt.

Wenn zum Schlusse von zwei Entwicklungsrichtungen in der Reihe der weiblichen Zapfen bei den Koniferen gesprochen wird, deren eine auf eine Verminderung der Sporophyllzahl im Zapfen hindeute, während die andere auf Vereinheitlichung des aus Deck- und Fruchtschuppe zusammengesetzten Sporophylls zu einem nicht mehr geteilten Organe hinweise, so kann man, je nach dem Ausgangspunkte, den man wählt, auch die gerade entgegengesetzte Richtung der Entwicklung herausfinden. G. Karsten.

Heinricher, E., Über Bau und Biologie der Blüten von Arceuthobium Oxycedri (DC.) MB.

Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. M.-n. Kl., I. 1915. **124,** 481—504.

Die von Heinricher kultivierten Pflanzen der Wachholdermistel gelangten im August-September zur Blüte. Die männlichen Blüten zeichnen sich durch einen auffallenden Bau der Antheren aus. Ähnlich der

Columella einer Laubmooskapsel sind sie von einer säulenartig durchgehenden sterilen Gewebemasse durchzogen, die in einer Zylindermantelfläche vom Pollen umgeben ist. Die entwicklungsgeschichtliche Bildung dieses Pollensackes ist jedoch noch nicht festgestellt, so daß es zweifelhaft ist, ob eine einheitliche Archesporschicht vorliegt oder ob sekundäre Verschmelzung ursprünglich getrennter Archespore stattfindet. Die äußerste Zellschicht der Anthere ist als Faserschicht ausgebildet, deren entwicklungsgeschichtliche Entstehung jedoch auch noch aussteht. Pistillreste, wie Eichler sie in der männlichen Blüte zu finden glaubte, sind nicht vorhanden. Nektar wird nicht abgeschieden. Die Blüten der weiblichen Pflanzen sind ganz unter schuppenartigen, paarweise verwachsenen Blättern verborgen. Die beiden Fruchtblätter sind — ebenso wie die Staubblätter — den Perianthblättern vorgelagert. Der Griffel führt in einer bestimmten Region zahlreiche Spaltöffnungen, deren Funktion darin bestehen soll, Öl abzusondern. Fettes, nicht eintrocknendes Öl wird in ziemlich großer Menge abgeschieden und tritt in Tropfenform nach außen. Diese Öltropfen sind die einzigen äußerlich sichtbaren Zeichen für das Vorhandensein der weiblichen Blüten. Verf. betrachtet sie als Fangorgane für den kleinkörnigen, nicht stäubenden, sondern in Ballen ausfallenden Pollen. Die Öltropfen werden schließlich von der Pflanze wieder aufgesaugt, wodurch die Pollenkörner in eine Narbenhöhlung gelangen. Ob Insektenbestäubung stattfindet, konnte noch nicht ermittelt werden, auf jeden Fall stellt Arceuthobium mit ihrem eigenartigen Ölfangapparat einen ganz besonderen, sowohl für Wind- wie für Insektenbefruchtung geeigneten Typus dar.

Die figürlichen Darstellungen der Arbeit würden gewonnen haben, wenn die Mikrophotogramme durch Zeichnungen ergänzt worden wären.

Harder.

Linsbauer, K., Die physiologischen Arten der Meristeme.

Biol. Centralbl. 1916. **36.**

—, Studien über die Regeneration des Sproßvegetationspunktes.

Denkschriften d. Wiener Akad. 1915.

In einem ersten Abschnitt der Studien über die Regeneration beschäftigt sich der Verf. mit den Entwicklungsbedingungen der Primär- und Folgeblätter bei Phaseolus.

Der Hauptteil bringt zum erstenmal eine exakte Darstellung der Regeneration des Sproßvegetationspunktes. Untersucht wurden Phaseolus coccineus, Polygonatum officinale und Helianthus annuus. Der Vege-

tationspunkt wurde unter dem Binokular freigelegt, durch Stich oder Schnitt verwundet, meist nach drei Tagen fixiert und nachher auf Schnittserien untersucht.

Die Wundfläche wird durch einen Kallus abgeschlossen. Seitlich von der Wunde wölbt sich ein unverletzter Teil des Meristems als »Ersatzvegetationspunkt« empor. Die Pleromінitialen des Ersatzvegetationspunktes entstehen aus ursprünglichen Periblemzellen. Wird der ganze über die jüngsten Blattanlagen emporragende Teil des Urmeristems entfernt, so unterbleibt die Bildung des Ersatzvegetationspunktes.

Besonders interessant sind die Ergebnisse an den Blütenköpfchen von Helianthus. Auch hier entwickeln sich einfach die unverletzten Teile des Meristems als Ersatzvegetationspunkt weiter. Bei Längsspaltung entstehen zwei neue »Organisationszentren«; bei zentralem Einstich bildet sich ein ringförmiges »Organisationszentrum«. Der Wundrand verhält sich genau wie der normale Außenrand des Köpfchens und bildet in progressiver Reihenfolge (in bezug auf das neue Zentrum) Organanlagen. Je nach dem Zeitpunkt des Eingriffes beginnt der Wundrand mit der Anlage von Hüllblättern oder direkt mit der Anlage von Strahlblüten; die Angaben von Peters über diesen Punkt bestätigen sich vollkommen.

Anschließend gibt Verf. eine neue Einteilung der Regenerationsweisen. Im vollkommensten Fall (»Primäre Regeneration«) werden drei aufeinanderfolgende Zustände durchlaufen: Bereitstellung indifferenten Zellenmaterials, Differenzierung der Organanlage, Ausgestaltung oder Weiterentwicklung der Anlage (Beispiel: Regeneration aus Dauerzellen). Bei der »sekundären Regeneration« ist schon indifferentes Zellenmaterial vorhanden (Beispiel: Sproßvegetationspunkt). Bei der »tertiären Regeneration« endlich handelt es sich nur um die Weiterentwicklung schon vorhandener ruhender Anlagen.

Im biologischen Centralblatt versucht der Verf. eine »physiologische« Einteilung der Meristeme zu geben. Einerseits sucht er aus der »verschiedenen Ersatzmöglichkeit« auf den Grad der Differenzierung des Zellenmaterials zu schließen, andererseits bringt er seine Einteilung mit den vier Wachstumsphasen von Sachs in Zusammenhang. Dies führt zu folgender Übersicht.

I. Morphologische Periode.

1. Anlage der Organe im »Archimeristem«; Zellen undifferenziert, unmittelbar regenerationsfähig.
2. Embryonale Phase. »Protomeristem«. Vorbereitung der Gewebedifferenzierung, nicht mehr zur direkten Ausgliederung von Seitenorganen und zur unmittelbaren Regeneration fähig.

2a. »Deuteromeristem«. Zunehmende Determinierung.

II. Physiologisch-biologische Periode.
3. Streckungsphase. Nur noch einzelne meristematische Komplexe.
4. Reifungsphase. Progressive Entwicklungsmöglichkeit der Hauptsache nach erloschen.

Sämtliche Meristeme können statt auf dem gewöhnlichen »progressiven« Wege auch »regressiv« entstehen unter zunehmender potentialer Befähigung.

Verf. nimmt an, daß beim Übergang aus dem Archimeristem zum Protomeristem, Deuteromeristem und Dauergewebe die »potentielle Befähigung« des Gewebes eingeschränkt werde durch »Latentwerden« von Potenzen. Dies führt zu gewissen Schwierigkeiten, denn es setzt eigentlich voraus, daß im »undifferenzierten« Archimeristem alle Potenzen manifest seien. Wirklich manifest sind aber im Archimeristem nur die Fähigkeiten zur Bildung von Organanlagen und »Ersatzvegetationspunkten«; alle andern sind latent und werden erst später manifest, wenn sich das Archimeristem in Protomeristem, Deuteromeristem, Streckungsgewebe und Reifungsgewebe verwandelt hat. Es scheint also, daß bei der gewöhnlichen progressiven Entwicklung eher ein Wechsel zwischen Manifestsein und Latentsein der einzelnen Potenzen stattfindet als ein zunehmendes Latentwerden.

Verf. sucht die besondere Bedeutung des Archimeristems darin, daß in ihm die volle potentielle Befähigung vorhanden ist; sie liegt vielleicht aber eher darin, daß das Archimeristem der notwendige Ausgangspunkt, oder im Falle einer »primären Regeneration« der notwendige Durchgangspunkt für die Entwicklung eines Sprosses ist.

Schüepp.

Schüepp, O., Untersuchungen über Wachstum und Formwechsel von Vegetationspunkten.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1916. **57,** 17—79.

Wachstum und Bewegung des Vegetationspunktes sind der direkten Beobachtung nicht oder nur sehr schwer zugänglich. Wir können aber auf die Veränderungen des Vegetationspunktes schließen, wenn wir die Veränderungen bei der Knospenentfaltung verfolgen. Diese sind in ihren zeitlichen Verhältnissen ein vollkommenes Spiegelbild der ersteren. Bei einer Knospe von z. B. Victoria cruciana taucht nach Beobachtung Verf.s jeden 2. Tag ein neues Blatt über dem Wasserspiegel auf, 9 Tage später ist es jeweils ausgewachsen, in 63 Tagen wurden 30 Blätter entfaltet. Das ergibt einen mittleren Entfaltungsabstand von 2,1 Tagen. Auch alle Zwischenstadien der Entwicklung werden von einem

jeden jüngeren Blatte 2,1 Tage nach dem nächst älteren erreicht. Diesen charakteristischen Zeitabstand bezeichnet Verf. mit Askenasy als »Plastochron« oder mit Westermaier als »Schritt«. Das Plastochron ist im allgemeinen völlig regelmäßig, jedoch gibt es auch Pflanzen (z. B. Alsophila excelsa), bei denen es stark veränderlich ist. Die Dauer eines Plastochrons schwankt zwischen $^1/_3$ Tag (Selaginella caesia) und 1 Jahr (Pteris aquilina). Die Knospenperiodizität fällt mit keinen äußeren periodischen Vorgängen zusammen. Mit derselben Regelmäßigkeit, mit der die Blattentfaltung erfolgt, geht auch die Anlage neuer Blattanlagen am Vegetationspunkt vor sich; das konnte Verf. durch direkte Beobachtung von frei präparierten lebenden Vegetationspunkten von Lathyrus sativus feststellen.

Exakte Einzelbeobachtungen lassen sich am lebenden Material nicht machen, Verf. schreitet dafür zur Konstruktion von Bilderreihen aus Schnittserien, über deren Zusammenstellung auf das Original verwiesen werden muß. Aus den Beobachtungen geht hervor, daß die Periodizität der Blattbewegung nicht etwa auf einem Wechsel von Wachstums- und Ruheperioden beruhe, sondern der Vegetationspunkt ist mit seiner ganzen Umgebung in ununterbrochener, gleichmäßig fortschreitender Veränderung begriffen. Im Laufe eines Plastrochons teilt sich der Vegetationspunkt in ein junges Sproßglied[1] und in einen regenerierenden Teil des Vegetationspunktes, der dem Ausgangsgebilde gleich ist. Wachstum des Vegetationspunktes, Blattbildung an seiner Basis, Verzweigung der Blattanlagen, Entstehung der Seitensprosse werden in allen Einzelheiten verfolgt.

Unter Anwendung des Prinzips, daß der ganze Vegetationspunkt immer wieder aus einem Teil regeneriert wird, gelingt es auch, das Wachstum einer Wurzelspitze vollständig zu analysieren, trotzdem weder in der äußeren Form noch in der inneren Struktur regelmäßige Veränderungen vorkommen. Der Wurzelkörper besteht aus lauter Längsreihen von Zellen, die jedoch nicht bis zum Vegetationspunkt durchgehen, wie es oft fälschlich gezeichnet wird. Verf. gelingt es, diese Zellreihen durch Herstellung von Bilderserien auf je eine Zelle zurückzuführen. Die Anschauungen von Tiegs (1913) und Lundegårdh (1914) über den gleichen Gegenstand sind nach Verf. unrichtig.

Die Zahl der gleichzeitig wachsenden Sproßglieder in einer Knospe variert von 90 (Capsella) und 40 bis 50 (Elodea) bis herunter auf 1 bis 2 (Mesembryanthemum). Dieser Unterschied hängt damit zu-

[1]) Eine genaue Definition des Begriffes Sproß-»glied« gibt Verf. nicht, es geht jedoch hervor, daß darunter jede Neuanlage am Vegetationspunkte, wie Blatt, Blüte, Seitensproß usw. zu verstehen ist.

sammen, daß der Vegetationspunkt beim Elodeatypus jeweils nur $^1/_{10}$ seines Materials an das junge Sproßglied verliert, beim Mesembryanthemumtypus dagegen $^9/_{10}$. Knospen vom Elodeatypus sind besonders häufig bei Wasserpflanzen, während der Mesembryanthemumtypus namentlich bei Xerophyten auftritt, was ja bei dem verschiedenen Schutzbedürfnis dieser biologischen Pflanzengruppen nicht überraschend ist. Beim Mesembryanthemumtypus kommen neben echten Ruheperioden auch solche vor, die nur scheinbar sind.

Die Zellen des Vegetationspunktes des Sprosses und des jungen Sproßgliedes wachsen und vermehren sich ausschließlich oder doch vorwiegend parallel zur Oberfläche. Das Sachssche Gesetz der Zellanordnung wird vom Verf. gegenüber der ablehnenden Stellung Lundegårdhs wieder zu Ehren erhoben, wobei jedoch gewisse Korrekturen bezüglich des Volumwachstums und Dickenwachstums, die von Sachs durcheinander geworfen waren, angebracht werden.

In bezug auf die entwicklungsmechanische Bedeutung der Zellteilung nimmt Verf. zwischen den Ansichten von Naegeli und von Sachs eine vermittelnde Stellung ein, die beide Anschauungen vereinigt. Durch die Annahme, daß die Meristemzellen einer Sproßknospe sich parallel zur Oberfläche teilen, schließt sich Verf. der Sachsschen Auffassung an, daß das Wachstum die primäre, die Zellteilung dagegen die abhängige, sekundäre Erscheinung ist. Die Form des Vegetationspunktes bestimmt aber nur in einem bestimmten Moment die Wachstums- und Teilungsrichtung seiner einzelnen Zellen für den nächsten Zeitabschnitt, Wachstum und Teilung ihrerseits bedingen die Richtung des Formwechsels (Naegeli).

Ursache für die Teilung parallel zur Oberfläche soll ein von der Außenwelt ausgehender Reiz sein, der die Kernspindeln in entsprechender Weise richtet. Dadurch müssen in dem sich stark ausbreitenden Dermatogen Faltungen auftreten, die zur Bildung von Blattanlagen führen. Es läßt sich jetzt jedoch noch nicht angeben, welche Faktoren die Zahl und die Einzelformen der Faltung bestimmen. Auf jeden Fall wird aber die periodische Selbstdifferenzierung des Vegetationspunktes durch einen beständig wirkenden Einfluß der Außenwelt auf die Wachstums- und Teilungsrichtung der einzelnen Meristemzellen herbeigeführt, ein Resultat, das im Hinblick auf die lebhafte Diskussion über das Periodizitätsproblem, die gegenwärtig zwischen Klebs und seinen Gegnern stattfindet, von Interesse sein dürfte. Die so bedingte starke Oberflächenentwicklung der Pflanze, die als eine »Anpassung« an den Lichtgenuß angesehen wird, ist, entwicklungsgeschichtlich betrachtet, die Folge einer einfachen Wachstumsreaktion der Meristemzellen auf ihre Lage

zur Oberfläche. Verf. sieht hier ein neues Beispiel für den Goebelschen Satz, »daß der Faktor, dem ein bestimmtes Verhalten »angepaßt« ist, nicht immer der ist, der es hervorgerufen hat«.

Bei den Faltungen des Dermatogens treten Spannungen auf, die ihrerseits wieder als Reiz auf die Teilung wirken, so daß sich die Wachstumsrichtung automatisch an die vorhandenen Spannungen anpaßt. Spannungsreize wirken besonders im Innern des Vegetationspunktes, wo sie durch Einstellung der Kernspindeln in die Richtung des geringsten Druckes zu Verdickungen der Meristemschichten führen. Auch Betrachtung der Periklinalchimären führt Verf. zu der Annahme, daß der Formwechsel am Vegetationspunkt auf einem Zusammenwirken aller Meristemschichten beruht. Der Formwechsel, der die äußerliche Gliederung im Vegetationspunkt und Sproß hervorbringt, erfolgt in einem geschlossenen Komplex typischer Meristemzellen. Erst später treten Halbmeristeme und Streckungsgewebe auf.

Als wesentlicher Punkt der anregenden und an Einzelheiten reichen Arbeit Verf.s ist hervorzuheben, daß die äußere Differenzierung des Vegetationspunktes die primäre, die innere die davon abhängige sekundäre Erscheinung ist.

Harder.

Stojanow, N., Über die vegetative Fortpflanzung der Ophrydineen.

Flora. 1916. **109**, 1—39.

Der Verf. untersucht bei einer Reihe von Spezies den Verlauf der Leitbündel in den Knollen, die ontogenetische Entwicklung der Knollen im Laufe eines Jahres und die Ontogenie der Pflanzen und die ersten Knollenbildungen.

Die zuerst beschriebene Gymnadenia albida besitzt bis an den Grund geteilte Knollen. In jeden Teil der Knolle treten aus einem in der Stengelbasis befindlichen Geflecht von Leitbündeln 3 bis 4 von Leitbündelendodermen umgebene radiale Leitbündel ein, welche in ihrem Verlauf nach der Spitze des Knollenteils nacheinander zu einem einzigen radialen Leitbündel mit Endodermis verschmelzen. Zwischen den Leitbündeln der einzelnen Knollenteile bestehen keine Verbindungen. — Bei den handförmigen, nicht bis an den Grund geteilten Knollen, wie sie gleichfalls bei G. albida sowie bei einer größeren Zahl von Gymnadenia- und Orchis-Spezies vorkommen, treten zahlreiche Leitbündel in die Knollenbasis ein; sie gabeln sich zum Teil, während andere verschmelzen, so daß ihre Zahl von der Basis bis zur Teilungsstelle annähernd die gleiche bleibt. In jeden Knollenzweig treten dann 1 bis 5

Leitbündel ein und verhalten sich dort so, wie es für die einzelnen Knollenteile von G. albida oben angegeben ist. An ganz jungen Knollen besitzen die Zweige Wurzelhauben, an älteren nicht. — In die ungeteilten Knollen mehrerer Orchis- und Ophrys-Spezies treten zahlreiche (bis 80 oder 100) Leitbündel ein und verhalten sich in ihrem Verlauf ähnlich wie die in den handförmigen Knollen; Gabelungen finden besonders in der Nähe der Basis und vor allem bei den zentralen Leitbündeln statt, die Verschmelznngen nehmen nach der Spitze hin zu, so daß diese nur noch ein radiales Leitbündel enthält. — Abweichend verhalten sich die spindelförmigen Knollen von Platanthera bifolia, in welche ein einziges Leitbündel, eine Übergangsform zwischen einem radialen und einem konzentrischen, mit Endodermis eintritt. Dieses eine Leitbündel gabelt sich dann bald in mehrere (bis 22) radiale Leitbündel, die je eine Leitbündelendodermis besitzen. Die Zahl der Leitbündel kann sich bei dem weiteren Verlauf durch die Knolle durch Spaltungen noch etwas vergrößern, sinkt dann aber infolge von Verschmelzungen, bis schließlich in der äußersten Spitze der Knolle nur noch ein Leitbündel übrig bleibt.

Die Untersuchung der Ontogenie der ungeteilten Knollen ergab, daß alle Leitbündel aus einem Vegetationspunkt entstehen, sekundäre Leitbündelbildung kommt nicht vor. Zu Beginn der Entwicklung besitzen die Knollen eine Wurzelhaube. Die handförmigen Knollen entwickeln sich anfangs ebenso, dann aber gabelt sich der Vegetationspunkt, eventuell sogar mehrere Male rasch hintereinander; dabei bedeckt die Wurzelhaube zunächst die beiden Vegetationspunkte, teilt sich aber bald auch, so daß jeder junge Knollenzweig einen Vegetationspunkt mit eigener Wurzelhaube besitzt. Verzweigungen bilden sich zuweilen in ähnlicher Weise auch seitlich an der Knolle. Alle Verzweigungen geschehen also exogen.

Die Verfolgung der Ontogenie einiger Orchis-Spezies zeigte, daß die erste Knolle, welche unmittelbar unterhalb des zweiten Blattes der jungen Pflanze entsteht, meist nur ein Leitbündel enthält (bei Orchis ustulata freilich schon bis 8 und bei O. pallens sogar bis 12); in den nächsten Knollen nimmt die Zahl der Leitbündel einige Jahre lang zu, bei erwachsenen (blühenden) Individuen ist sie schwankend.

Auf Grund seiner anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Feststellungen kommt der Verf. zu der Ansicht, daß die Ophrydineenknollen Organe sind, »welche durch allmähliche innerliche Komplizierung einzelner Wurzeln gebildet worden sind«. Als primären Typus betrachtet der Verf. die Knollen von Platanthera bifolia, die noch wurzelähnliche Gestalt besitzen und in ihrem Grundteil noch in Zentralzylinder und

Peridrom[1] differenziert sind. Den zweiten Typus stellen z. B. Orchis Morio und O. laxiflora dar, welche keinen Zentralzylinder besitzen und normalerweise an ihren Knollen keine wurzelförmigen Fortsätze tragen. Der dritte Typus wird durch die handförmigen Knollen repräsentiert, welche ihre Form einer Teilung des Vegetationspunktes, also einer exogenen Verzweigung verdanken. Als extremer Fall dieses letzten Typus sind die bis an den Grund geteilten Knollen von Gymnadenia albida aufzufassen.

Die vom Verf. neu gefundenen Tatsachen, vorzüglich die Ergebnisse der ontogenetischen Untersuchungen, sprechen ohne Ausnahme für seine Auffassung von der phylogenetischen Entwicklung der Ophrydineenknollen. Es ist also die Sache so zu verstehen, daß die Knollen ursprünglich normale Nebenwurzeln mit einem radialen Leitbündel waren, daß in ihnen die Zahl der radialen, mit Endodermen versehenen Leitbündel entsprechend der Verdickung der Knollen dann aber vergrößert worden ist; dabei ist die Differenzierung der Wurzel in Peridrom und Zentralzylinder verloren gegangen. Ein Punkt, welcher für die Auffassung der Wurzel von Bedeutung ist, ist die Frage nach dem Vorhandensein einer Zylinderendodermis, welche alle Leitbündel der mehrere Leitbündel besitzenden Knollen umgibt. Eine solche gab Arthur Meyer (Archiv der Pharmazie, 1886, p. 283) für Orchis an; da aber nach den damaligen Definitionen auch Schichten ohne Kasparischen Streifen, der jetzt als Hauptcharakteristikum der Endodermzellen betrachtet wird, als Endodermen bezeichnet wurden, hat Ref. geteilte und ungeteilte Knollen von Orchis latifolia untersucht. In diesem Falle besitzt die von A. Meyer als Endodermis angesprochene Schicht keine Kasparischen Streifen, darf also nicht mehr als Zylinderendodermis bezeichnet werden.

Fr. J. Meyer.

Loeb, J., Rules and mechanism of inhibition and correlation in the regeneration of Bryophyllum calycinum.

The bot. Gaz. 1915. **60,** 249—276.

Goebel, K., Zu Jacques Loebs Untersuchungen über Regeneration bei Bryophyllum.

Biol. Centralbl. 1916. **36,** 193—204.

Die Untersuchungen des bekannten Tierphysiologen Loeb über Regeneration bei Bryophyllum gewinnen dadurch ein doppeltes Inter-

[1]) Ref. wendet an Stelle der vom Verf. benutzten Stelärnomenklatur die in seiner Kritik der Stelärtheorie (Beih. z. Bot. Centralbl. **33,** 129) entwickelte Nomenklatur an; die Gründe hierfür finden sich l. c. p. 161 ff.

esse, daß sie von Goebel eingehend kritisch besprochen werden. Es soll im folgenden Loebs Arbeit an der Hand der Goebelschen Bemerkungen wiedergegeben werden. Goebel legt zunächst kurz den Stand des Bryophyllumproblems vor dem Erscheinen der Loebschen Abhandlung dar. Er zeigt, daß in der Frage, warum die Adventivknospen nur in den Blattkerben der abgetrennten Blätter, nicht in denjenigen der unversehrten Pflanze austreiben, Wakker und de Vries den Standpunkt vertreten, daß die durch den Wurzeldruck bedingte Wasserbewegung entscheidend sei, während Goebel (bei Bryophyllum crenatum) bewies, daß die Wachstumshemmung auch von den Sproßvegetationspunkten ausgehen kann. Es besteht zwar nach Goebel auch eine Wechselbeziehung zwischen den Adventivknospen der Blätter und den Wurzeln, diese beruht aber nicht auf dem Wurzeldruck, sondern auf dem Wachstum der Wurzeln. — Loeb gibt in der vorliegenden Untersuchung dem Bryophyllumproblem zunächst eine allgemeinere Fassung, indem er fragt, worin bei den genannten Erscheinungen die Wirkungen des Ganzen auf die Teile bestehen und geht demgemäß von der »Isolierung« als Ursache der Regeneration aus. Da er aber den Begriff der Isolierung nicht klar faßt (er stellt ein mit Stiel abgetrenntes Blatt, ein Stengelstück mit beiden und eines mit nur einem der Gegenblätter gleich), erhält er keine eindeutigen Versuchsergebnisse und geht des weiteren von konkreterer Fragestellung aus. Eine Reihe von Versuchen soll erweisen, daß das Wachstum der Stammknospen einen hemmenden Einfluß auf das Austreiben der Adventivwurzeln und -sprosse ausübt. Wird von einem Stammstück (Knoten mit einem Blattpaar) ein Blatt entfernt, ohne daß die zugehörige Achselknospe verletzt wird, dann wachsen die Knospen in den Blattkerben des Gegenblattes gar nicht oder höchstens verspätet aus. Werden dagegen außer dem einen Blatt auch die beiden Achselknospen des Stammstückes abgeschnitten, so entstehen an allen Blattkerben Adventivwurzeln. Diese Wechselbeziehungen hat schon Goebel seinerzeit für Bryophyllum crenatum, wenn auch bei anderer Versuchsanordnung, festgestellt. Loeb geht aber noch weiter und gibt an, daß auch ein Stammstück, dessen Knospen entfernt sind, die Wurzelbildung in den Blattkerben hemmt. Diese auffälligen Angaben hat Goebel mittels einwandfreier Methoden nachgeprüft und gefunden, daß kein wesentlicher Unterschied zwischen ganz abgetrennten Blättern und solchen, die noch mit einem entknospten Stammstück in Verbindung stehen, nachzuweisen ist. Loebs Ergebnisse sind nach Goebel auf Unterschiede in den Außenbedingungen der Loebschen Versuchsreihe zurückzuführen. — Während diese und ähnliche Versuche Loebs den hemmenden Einfluß der Stammknospen

auf die Adventivwurzeln behandeln, wird in den folgenden Abschnitten der Einfluß der Wurzeln untersucht. Loeb schließt zunächst aus früheren Versuchen von Wakker, de Vries und Goebel, daß die normalen Wurzeln eines Stammes unter normalen Bedingungen das Auswachsen der Adventivknospen hemmen. Die Ursachen für diese Hemmung liegen, wie oben gesagt, nach Wakker und de Vries in der durch die Wurzeln bedingten Wasserbewegung, nach Goebel dagegen in der Wurzelbildung. Loeb tritt der ersteren Auffassung bei, weil an abgeschnittenen Blättern mit einem Stammstück, die in feuchter Luft aufgehängt wurden, am basalen Ende des Stammstückes eine Zeitlang Würzelchen gebildet wurden und trotzdem die Adventivknospen des Blattes auswuchsen, während sich unter Bedingungen, welche kräftige Entwicklung der Stammwurzeln gestatteten, die Knospen in den Blattkerben nicht entwickeln. Gegen diese Versuche wendet Goebel ein, daß die Wurzelbildung in der feuchten Kammer ja nach anfänglichem spärlichen Wachstum stehen bliebe und deswegen nicht auf die Achselknospen einwirke. Goebel wiederholte übrigens seine Versuche an Bryophyllum crenatum nochmals mit demselben Erfolg wie in seiner früheren Arbeit. — In einem weiteren Kapitel (VII) untersucht Loeb die Bedingungen, welche das Wachstum der Achselknospen hemmen oder fördern. Er geht dabei von der bekannten Erfahrung aus, daß im allgemeinen ein Blatt die Entwicklung seiner Achselknospen hindert und führt dann neue Versuche mit abgeschnittenen, der Länge nach gespaltenen Internodien an, in denen die Achselknospen, wenn auch verhältnismäßig langsam, auswachsen. Loeb schließt daraus, daß das Blatt nicht allein, sondern nur in Gemeinschaft mit seinem Gegenblatt oder dessen Achselknospe die wachstumshemmende Wirkung ausübe. Goebel spricht jedoch diesem Versuche Beweiskraft ab, da Wundreiz, gesteigerte Atmung usw. in Frage kommen. — In der Einleitung zu seiner Abhandlung hatte Loeb ausgeführt, das Ziel seiner Untersuchung sei die Aufstellung einer Regel, welche die Regenerationserscheinungen beherrschen. Die Regel wird im Abschnitt VIII ausgesprochen. Sie lautet: Wenn ein Element a das Wachstum in einem Element b hemmt, dann fördert oder ermöglicht dieses Element b oft das Wachstum von a. Diese Regel ist unter anderem aus folgenden Versuchen abgeleitet: Schneidet man von einem Stammstück (mit einem Blattpaar) die beiden Blätter ab und hängt das Stammstück im feuchten Raum auf, dann wachsen die beiden Achselknospen »in der Regel« nicht aus. Wenn dagegen ein aus mehreren Internodien bestehendes, entblättertes Stammstück in dieselben Bedingungen versetzt wird, kommen die Knospen der obersten Internodiums zur Entwicklung. Das oberste

Internodium (Element a) verhindert also, wie Loeb sich ausdrückt, die Regeneration des unteren Stammteiles (Element b), während das untere Stammstück (b) zugleich die Regeneration des oberen (a) möglich macht. In solchen abstrakten Formulierungen kann Ref. keine Förderung pflanzenphysiologischer Probleme erblicken. Auch Goebel sieht darin »nur eine mühsame und höchst überflüssige Umschreibung der Tatsache, daß der Knoten (Element a) sich isoliert in andern Verhältnissen befindet als in Verbindung mit dem Stammstück (b)«. Übrigens scheint auch Loeb selbst in dieser Regel keine befriedigende Erklärung zu sehen, da er im letzten Abschnitt seiner Arbeit sagt, die Regel gebe die Grundlage, auf der eine Einsicht in die Bedeutung der Begriffe Isolation und Inhibition zu gewinnen sei. Die Vorstellung, welche auf dieser Grundlage bauend, Klärung in die komplizierten Verhältnisse bringen soll, ist folgende: Ein Strom von Stoffen (oder geformten Zellen!) muß von den schlafenden Knospen wegfließen, wenn ein Austreiben verhindert werden soll. Die an sich interessanten Versuche, welche diese Anschauungen erläutern sollen, können nicht im einzelnen angeführt werden. Es genügt hier, darauf hinzuweisen, daß sie nicht etwa Beweise bringen, auch nicht nach Ansicht des Verf.s, sondern auch wieder nur Annahmen, durch die sich die »Regeln« erklären ließen. Trotzdem stellt Loeb in seinen »theoretischen Bemerkungen« als Hauptergebnis seiner Untersuchungen und als Erklärung des Begriffes Korrelation die Vorstellung hin, daß der Stoffstrom in der Pflanze die Regenerationserscheinungen regelt, im Besonderen, daß die Knospen in den Blattkerben nur auswachsen, wenn ein Saftstrom zu den Knospen hinfließt, dagegen nicht auswachsen, wenn er von dort weggeleitet wird. — Im ganzen haben nach Goebel Loebs Versuche dem Bryophyllumproblem keine wesentlich neue Seite abgewonnen. »Wir begrüßen es aber«, schreibt Goebel weiter, »mit Freuden, wenn Tierphysiologen sich an den Untersuchungen von Pflanzen beteiligen, wobei dann freilich eine eingehende Berücksichtigung der schon vorhandenen Literatur erwünscht wäre. Und wenn Ref. auch nicht allen Ausführungen Loebs beistimmen kann, so war es ihm doch erfreulich, darin nicht das schreckliche Wortgeklingel anzutreffen, das in den Ausführungen einiger »Entwicklungsmechaniker« dem Fernstehenden den Eindruck ungemeinen Tiefsinns erweckt, während die Gedanken, um die es sich handelt, meist alte Bekannte sind«.

Hannig.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

München (Lehmanns Verlag). 1916. 37. Lief.

In gleich ausgezeichneter Weise, wie bisher, werden in der vorlie-

genden Lief. die Cruciferen weiter besprochen, nämlich die Gattungen Kernera, Peltaria, Alliaria, Sisymbrium, Cakile, Myagrum und Isatis. Ref. betrachtet es als durchaus gerechtfertigt, daß die von einzelnen Forschern für eigene Gattungen gehaltenen Verwandtschaftskreise (Descurainia, Kibera, Stenophragma) wieder mit Sisymbrium vereinigt werden. Pax.

Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora.

Leipzig (W. Engelmann). 1916. Lief. 90 und 91.

Man muß dem Verf. zu großem Dank verpflichtet sein dafür, daß er trotz ungünstiger Verhältnisse die Herausgabe des Werkes rüstig fördert. Die erste Lief. enthält den Schluß der recht polymorphen Gattung Polygala, deren Durcharbeitung trotz der eingehenden Monographie von Chodat recht erwünscht ist, die südafrikanische Gattung Muraltia und den Anfang der Euphorbiaceen. Für Europa kommt nur Andrachne in Betracht; Securinega, Flueggea, Phyllanthus, Toxicodendron und Daphniphyllum werden nur kultiviert, einzelne recht selten. Die Arten von Daphniphyllum werden wohl nochmals einer Revision zu unterziehen sein, denn D. glaucescens befindet sich wohl kaum echt in europäischen Gärten. — Lief. 91 bringt die Fortsetzung der Alsinoideae, nämlich die Genera Moehringia, Arenaria (incl. Lepyrodiclis), Holosteum und Stellaria. Die außerordentlich weitgehende Zersplitterung einzelner Arten der genannten Gattungen läßt die Bearbeitung Graebners schon für Ordnungszwecke in größeren Herbarien und Bestimmungsarbeiten in botanischen Gärten warm begrüßen. Pax.

Petersen, H. E., Inledende Studier over Polymorphien hos Anthriscus silvestris (C) Hoffm. (mit französischem Resumé.)

Dansk bot. Arkiv. 1915. **1.** 150 S., 18 Taf. u. 29 Textfig.

Wie in so vielen anderen Fällen hat auch die nähere Betrachtung der wohlbekannten Umbelliferenart Anthriscus silvestris zu dem Ergebnis geführt, daß die »Art« mannigfaltige Typen umschließt. Verf. konnte ganz besonders auf Grund der Blattgestaltung eine Reihe von Untergruppen feststellen, welche dann weiter unter Berücksichtigung der Gestaltung und relativen Größenverhältnisse der Einzelblättchen des Blattareals usw. in eine große Zahl von Unterformen gegliedert wurden. Die Typen werden stets durch Skizzen illustriert und sind auf 18 Taf. dargestellt. Außer den Blättern, von denen übrigens nicht die Grundblätter, sondern nur die Stengelblätter die Merkmale charakteristisch

zeigen, kommt auch die Gestalt und Größe der Blütenblätter, der Früchte usw., wenn auch in mehr untergeordnetem Maße, zur Einteilung in Frage.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß ein sehr sorgfältiges Studium und Eingehen auf die geringen Formverschiedenheiten dazu gehört, um in jedem Falle die rechte Form zu bestimmen. Gerade solche Fälle aber zeigen, wie notwendig eine spezielle Betrachtung noch mancher Art auf ihre Kleinformen ist, damit wir ein rechtes Bild von dem erhalten, was wirklich in der Natur vorhanden ist. Die vom Verf. gegebene Einteilung beruht in erster Linie auf Pflanzen der freien Natur. Indessen liegen auch schon recht bemerkenswerte Anfänge von Kulturversuchen vor. Es wurde nämlich eine Anzahl Typen selbstbefruchtet und dann deren Nachkommenschaft studiert. Dabei zeigte sich nicht selten eine Aufspaltung der Ausgangspflanze in mehrere Typen. Es kamen zum Teil einander nahestehende Typen in einer Progenies zum Vorschein, in manchen Fällen aber auch weiter getrennte, so daß mit Recht an Kreuzungsfolgen zu denken ist. Die Versuche lassen aber noch nicht in jedem Falle erkennen, welche Formen genotypisch und welche nur modifikatorisch getrennt sind. Die äußeren Einflüsse spielen zweifellos eine nicht zu unterschätzende Rolle. Dennoch ist an der Vielgestaltigkeit sicher auch der Genotypus beteiligt. Es wird eine Aufgabe späterer Untersuchungen bleiben, hier im Einzelnen Klarheit zu schaffen. Für später, wenn vom Verf. sicher reine Formen herausgezüchtet worden sind, hat sich derselbe auch Kreuzungsstudien vorgenommen. Bis jetzt wird erst in die Mannigfaltigkeit der Formen hineingeleuchtet, von deren Vorhandensein wir vorher noch keine Vorstellung hatten.

Eine Übersicht über die Häufigkeit der einzelnen Formen durch das untersuchte Gebiet Dänemarks und Schwedens beschließt die Arbeit. Endgültige Folgerungen lassen sich aus dieser Übersicht wohl noch nicht ziehen. Dennoch scheint daraus hervorzugehen, daß ein Zusammenhang zwischen Formverbreitung und Bodenbeschaffenheit besteht, und daß die einzelnen Formen recht verschieden häufig vorkommen, am häufigsten scheinbar die intermediären. Lehmann.

Lidforss, B., Resumé seiner Arbeiten über Rubus. — Hinterlassenes Manuskript.

Zeitschr. f. ind. Abstamm.- und Vererbungslehre. 1914. **12,** 1.

Am Tage vor seinem Tode hat der verstorbene schwedische Botaniker Professor Bengt Lidfors das Manuskript zu dieser Abhandlung

Professor Johannsen geschickt. Von diesem wurde es der zitierten Zeitschrift übersandt und dort publiziert.

Verf. macht zuerst darauf aufmerksam, daß man bei den Brombeeren durch künstliche Kreuzbefruchtung zwei Sorten Bastarde erhält und zwar echte Bastarde und die sogenannten falschen Bastarde. Die letzteren sind der Mutterpflanze durchaus ähnlich und liefern eine konstante Nachkommenschaft; sie sind nicht durch einen normalen Sexualakt, sondern wahrscheinlich durch Pseudogamie oder Merogonie entstanden.

Verf. behandelt 3 Serien von Kreuzungen.

I. Verschiedene R. corylifolii und R. caesius. Hier ist die F^1-Generation einförmig. Die F^2-Generation dagegen ist sehr vielförmig und zeigt zum Teil ganz neue Eigenschaften, die bei den Stammeltern nicht zum Vorschein kommen. Die Nachkommen bestimmter F^2-Pflanzen sind, obwohl nicht vollkommen gleich, jedoch einander so ähnlich, daß sie für jede F^2-Pflanze gut begrenzte Gruppen bilden.

II. Schwarzfrüchtige Nicht-Corylifolii (♀) und R. caesius (♂). Als Beispiel kann hier R. plicatus und R. caesius dienen. Die F^1-Generation ist so vielförmig, daß kaum zwei Individuen einander gleich sind, und in F^2 zeigen sich eine Menge Kombinationen, die wahrscheinlich auf komplizierte Mendelspaltungen zurückzuführen sind. Die künstlich erzeugten Bastarde dieser Gruppe sind häufig längst bekannten wildwachsenden »Arten« ganz ähnlich; so ist z. B. Individuen von R. thyrsanthus ♀ × R. caesius ♂ kaum vom typischen R. Wahlbergii Asch. zu unterscheiden.

III. Kreuzungen zwischen schwarzfrüchtigen Nicht-Corylifolii. Auch hier findet der Verf. eine sehr vielförmige F^1- und F^2-Generation und viele Spaltungskombinationen sind wildwachsenden Formen ganz ähnlich.

Die meisten vom Verf. darauf geprüften Brombeeren liefern bei Aussaat von Samen aus geselbsteten Blüten eine Anzahl abweichende Formen, die in folgenden Generationen konstant sind. Diese Neubildung von Formen aus guten wohlbekannten Arten wird vom Verf. nicht als Mutation, sondern, und wohl mit Recht, als »Nachwirkungen einmal stattgefundener Kreuzungen« angesehen. Hagem.

Johannsen, W., Tilsyneladende arvelig selektionsvirkning. Oversigt ower det kgl. danske Videnskabernes selskabs Forhandlinger. 1915. Nr. 3—4.

Die Abhandlung behandelt die eigentümliche Selektionswirkung bei einer Linie schartiger Lerchenborggerste.

Die betreffenden Versuche wurden vom Verf. schon in der 2. deutschen

Ausgabe seiner Erblichkeitslehre (1913) eingehend besprochen und sollen daher nur kurz erwähnt werden.

Mit einer reinen Linie Lerchenborggerste, die sich durch ein sehr konstantes Schartigkeitsprozent auszeichnete, wurden von 1912 an Selektionsversuche mit Plus- und Minusabweichern vorgenommen. Diese hatten in den fünf ersten Jahren keinen Erfolg; von 1908 aber trat eine — erst schwache — dann in späteren Jahren sehr bedeutende Steigerung der Schartigkeit bei den Plusserien ein; und das ganze schien als eine deutliche Wirkung der Selektion gedeutet werden zu müssen.

Genaue Untersuchungen haben aber gezeigt, daß der von 1908 anscheinend aufgetretene Erfolg der Selektion darauf zurückzuführen ist, daß in diesem oder in dem folgenden Jahre plötzlich eine zweite erbliche Anlage für Schartigkeit in irgendeiner Pflanze aufgetreten ist. Die ursprüngliche, in allen Pflanzen der Linie vorhandene Anlage bedingt eine Schartigkeit von ca. 32 % und ist nur homozygotisch zugegen. Die neu entstandene Anlage, die ein weiteres Plus in Schartigkeit bedingt und daher vorzugsweise bei den meist extremen Plusvarianten zu finden ist, wurde nur heterozygotisch beobachtet.

Hagem.

Dahlgren, O., Ein Kreuzungsversuch mit Capsella Heegeri Solms.

Svensk. bot. Tidskrift. 1915. **9**, 397.

Vor einigen Jahren hatte Shull (vgl. Ref. dieser Zeitschr. 1915, **7**, S. 790) durch Bastardierung von Capsella bursa pastoris und Capsella Heegeri eine F_2 erzielt., in der die normalfrüchtigen Individuen zu den Heegeripflanzen im Verhältnis von ungefähr 15 : 1 auftraten. Die F_3 ergab sodann 3 verschiedene Gruppen von Pflanzen und zwar: 1. solche, die reine Capsella bursa pastoris-Nachkommenschaft lieferten; 2. solche, die im Verhältnis 3 : 1 und 3. solche, die wieder im Verhältnis 15 : 1 aufspalteten. Wenngleich die Verhältniszahlen nicht immer sehr genau stimmten, so schloß Shull wohl mit Recht aus seinen Versuchen, daß die von ihm zur Kreuzung benutzte Form von Capsella bursa pastoris auf zwei gleiche Gene zurückzuführen war, von denen jedes für sich schon die Normalform bedingen konnte. Er schloß dann weiter, daß die zweifaktorige (CCDD) Form aus Formen mit nur einem Faktor (CCdd oder ccDD) für die trianguläre Kapselform entstanden sei. Es war ihm aber noch nicht gelungen, eine solche einfaktorige Form in der Natur aufzufinden. Verf. hat nun offenbar diese von Shull bisher

vergeblich gesuchte Form gefunden. Er erhielt nach der Bestäubung einer Capsella Heegeripflanze mit Pollen einer in Schweden gesammelten Form vom Capsella bursa pastoris eine F_2, in der das gesuchte Verhältnis 3 : 1 annähernd auftrat; es entwickelten sich nämlich 71 Exemplare von triangulärem Typus und 17 Exemplare von Heegeri, woraus das Verhältnis 4,18 : 1 resultiert. E. Lehmann.

de Vries, H., The coefficient of mutation in Oenothera biennis L.

The Botanical Gazette. 1915. **59,** 169.

Nachdem der Verf. sich zuerst gegen die verschiedenen neuen Auffassungen des Oenotheraproblems gewendet hat, berichtet er kurz über seine neuen Versuche mit Oenothera biennis. In umfangreichen Kulturen mit zusammen 8500 Individuen von dieser Art werden nur 8 Mutanten nanella, 4 Mutanten semigigas und 27 Mutanten sulfurea gefunden, oder bedeutend niedrigere Zahlen als früher bei O. Lamarckiana gefunden waren.

Die »mutierende« Eigenschaft der O. biennis wird nach dem Verf. dadurch bedingt, daß ein oder mehrere Pangene sich in einem labilen Zustand befindet. Ein Überführen von noch mehr Pangenen in diesen Zustand würde noch mehr Mutanten also ein höheres Mutationsprozent herbeiführen und mit Rücksicht auf diese Eigenschaft den Übergang von O. biennis zu O. Lamarckiana realisieren.

Hagem.

Losch, H., Über die Variation der Anzahl der Sepalen und der Hüllblätter bei Anemone nemorosa L. und über den Verlauf der Variation während einer Blütenperiode nebst einigen teratologischen Beobachtungen.

Ber. d. d. bot. Ges. 1916. **34,** 396—411.

Hatte man bis vor kurzem den Variationen in der Anzahl der Blütenphyllome nur recht untergeordnetes Interesse entgegengebracht, so mehren sich in letzter Zeit die Arbeiten, welche diese Variationen auf statistischer Basis und in Causalverbindung mit den äußeren Bedingungen zum Gegenstand ihrer Untersuchungen haben. Verf. der vorliegenden Arbeit untersucht Sepalen und Hüllblattzahl bei Anemone nemorosa an verschiedenen Standorten und zu verschiedenen Blüheperioden um Hohenheim und Ulm. Die Standorte sind verschieden nach Feuchtigkeit, Isolation, Boden und Temperatur. Die Sepalenzahl schwankt zwischen 5 und 12, die der Hüllblätter zwischen 2 und 6.

Die Durchschnittszahl (M) der Sepalen liegt zwischen 6,184 und 6,738, die Streuung (σ) zwischen 0,48 und 0,97. Gute Besonnung und Feuchtigkeit erhöht M und σ. Bei ungünstigen Lichtverhältnissen war M = 6,2, bei günstigen 6,5 bis 6,6. Die letzteren Verhältnisse herrschen bei Standort III (Hohenheim) und VI und VII (Ulm); ganz entsprechend ist bei ungünstigen Lichtverhältnissen σ klein (zirka 0,5), bei günstigen groß (0,7 bis 0,8).

Zufällig hat Ref., da er dem Variationsproblem der Blütenphyllome schon seit längerem besondere Aufmerksamkeit widmet, in diesem Frühjahr ebenfalls in der Gegend von Ulm in den ersten Tagen des April einige Zählungen der Sepalen von Anemone nemorosa angestellt. Der Standort ist licht und sonnig und liegt in einem Buchenwäldchen oberhalb der Donau bei Thailfingen, nach S. offen. Das Ergebnis ist das folgende:

4	5	6	7	8	9	Sepalen
1	2	436	162	78	9	„

n = 688, M = 6,5, σ = 0,7584

Die Zahlen befinden sich also in bester Übereinstimmung mit den von Losch gewonnenen.

Von weiteren Gesetzmäßigkeiten, welche Verf. feststellen konnte, seien noch die folgenden hervorgehoben. Der an und für sich viel geringere Variabilitätsgrad der Hüllblätterzahl geht an den untersuchten Standorten nicht parallel mit dem der Sepalenzahl. Die Beziehungen werden näher untersucht. Auch wird der Wechsel in der Häufigkeit des Auftretens von Plus- und Minusvarianten bei der Sepalenzahl während der Blütezeit eingehender studiert, wobei sich für sonnige Standorte eine Zunahme der Sechser zwischen Aufblühen und voller Blütenentfaltung bei gleichzeitiger Abnahme der Siebener und Achter ergibt, während zwischen voller Blütenentfaltung und Abblühen die Sechser ab-, die Siebener und Achter zunehmen. An schlecht beleuchteten Standorten verkehrt sich diese Verschiebung.

Schließlich wird eine Anzahl teratologischer Bildungen untersucht und abgebildet. Dieselben nehmen in gleicher Richtung wie die Plusvarianten an Häufigkeit zu.

Der Verf. legt dar, wie Variations- und Vererbungsuntersuchung unter steter Berücksichtigung der äußeren Bedingungen zu endgültiger Lösung des Problems der Variationen der Blütenphyllome anzustellen sind. Bei seinen Zählungen sind ihm zweifellos verschiedene Rassen auf engem Raume nebeneinander begegnet. Ref. kann diesen Eindruck nicht nur für Anemone, sondern auch für Ficaria und Caltha bestätigen.

Lehmann.

Neue Literatur

Allgemeines.

Haeckel, E., Fünfzig Jahre Stammesgeschichte. Historisch-kritische Studien über die Resultate der Phylogenie. G. Fischer, Jena. *1916.*

Herrera, H. L., s. unter Bakterien.

Renner, O., Zur Terminologie des pflanzlichen Generationswechsels. (Biol. Centralbl. *1916.* **36,** 337—374.)

Schorger, A. W., Chemistry as an aid in the identification of species. (Proc. Soc. Am. Foresters. *1916.* **2,** 33—39.)

Trelease, W., Two new terms, cormophytaster and xeniophyte, aximatically fundamental in botany. (Proc. Am. Philos. Soc. *1916.* **55,** 237—242.)

Zelle.

Maximow, A., Sur la structure des chondriosomes. (C. R. Soc. Biol. *1916.* **79,** 465—466.)

—, Sur les méthodes de fixation et de coloration des chondriosomes. (Ebenda. 462—465.)

Woolery, R., s. unter Angiospermen.

Gewebe.

Hoffstedt, R. E., The vascular anatomy of Piper methysticum. (Bot. Gaz. *1916.* **62,** 115—132.)

Mix, A. D., s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Morphologie.

Wagner, R., Über Pseudomonopodien. (Bot. Jahrb. (Engler). *1916.* **54,** 262 bis 268.)

—, Zur Morphologie der Boroniee Myrtopsis macrocarpa Schltr. (Ebenda. 269—272.)

Weatherwax, P., Morphology of the flower of Zea Mays. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 127—145.)

Physiologie.

Alsberg, C. L., and **Black, O. F.,** The separation of autogenous and added hydrocyanic acid from certain plant tissues and its disappearance during maceration. (Journ. Biol. Chem. *1916.* **25,** 133—140.)

Anderlind, Darstellung des Verhaltens der Holzarten zum Wasser. (Allg. Forst- u. Jagdztg. *1916.* **92,** 149.)

Appleman, C. O., Relation of oxidases and catalase to respiration in plants. (Amer. Journ. Bot. *1916.* **3,** 223—233.)

Atkins, W. R. G., Some recent researches in plant physiology. London, Whittaker & Co. *1916.* 11 + 328 S.

Baily, J. W., The structure of the bordered pits of conifers and its bearing upon the tension hypothesis of the ascent of sap in plants. (Bot. Gaz. *1916.* **62,** 133—143.)

Bartram, A. E., Effect of natural low temperature on certain fungi and bacteria. (Journ. Agr. Research. *1916.* **5,** 651—655.)

Bau, A., Einige Bemerkungen über die Hefen-Karboxylase mit besonderer Berücksichtigung ihrer Haltbarkeit in Trockenhefen im Vergleich zu anderen Hefenenzymen. (Biochem. Zeitschr. *1916.* **73,** 340—369.)

Bender, Th., s. unter Moose.

Benedict, H. M., Senile changes in leaves of Vitis vulpina L. and other plants. (Cornell Agr. Exp. Sta. Mem. *1915*. **7,** 281—370.)

Bokorny. Th., Neues über die Kohlenstoffernährung der Pflanzen. (Biol. Centralbl. *1916*. **36,** 385—403.)

Burns, G. P., The relative transpiration of white pine seedlings. (Plant World. *1915*. **18,** 1—6.)

Campanile, G., Contributio allo studio della recezione eliotropica nelle piante secondo la teoria dei Haberlandt. (Ann. di bot. *1915*. **13,** 139—148.)

Cannon, W. A., Distribution of the Cacti with especially reference to the role played by the root response to soil temperature and soil moisture. (Amer. Nat. *1916*. **50,** 435—442.)

—, A manometer method of determining the capillary pull of soils. (Plant World. *1915*. **18,** 11—13.)

Child, C. M., Axial susceptibility gradients in algae. (Bot. Gaz. *1916*. **62,** 89 bis 114.)

Collins, G. N., and **Kempton, J. H.,** A field auxanometer. (Journ. Washington Ac. Sc. *1916*. **6,** 205—209.)

Crocker, W., Mechanics of dormancy in seeds. (Amer. Journ. Bot. *1916*. **3,** 99—120.)

Dixon, H. H., and **Atkins, W. R. G.,** Osmotic pressures in plants IV. On the constituents and concentration of the sap in the conducting tracts and on the circulation of carbohydrates in plants. (Notes bot. School Trin. Coll. Dublin. *1916*. **2,** 275—293.)

—, —, Osmotic pressures in plants V. Seasonal variations in the concentration of the cell-sap of some deciduous and evergreen trees. (Ebenda. 294—310.)

—, —, Osmotic pressures in plants VI. On the composition of the sap in the conducting tracts of trees at different levels and at different seasons of the year. (Ebenda. 235—237.)

—, and **Mason, T. G.,** The primary sugar of photosynthesis. (Nature. *1916*. **7,** 235—237.)

Dezani, S., e **Barocelli, T.,** Ricerche sulla fuoriuscita di elettroliti dai semi germinanti. (Atti r. Acc. Sc. Torino. *1915*. **50,** 169—180.)

Gregorio Rocasolano, A. de, El manganeso como catalizador de las reacciones bioquimicas, por las cuales, el nitrogéno atmosférico, por via bacteriana, es asimilado por las plantas. (Rev. r. Ac. Cienc. ex. fis. y nat. Madrid. *1916*. **14,** 681—693.)

Hägglund, E., Über den Einfluß des elektrischen Wechselstroms auf die Gärung der lebenden Hefe. (Biochem. Zeitschr. *1915*. **70,** 164—170.)

Jacobacci, V., Nuove ricerche sul rapporto tra la sensibilità geotropica nelle radice e la presenza e orientamento degli statoliti. (Ann. di Bot. *1915*. **13,** 149—150.)

Kinzel, W., Über die Keimung einiger Baum- und Gehölzsamen. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. *1916*. **14,** 449—482.)

Leick, E., Die Energetik der Pflanzen. (Aus der Natur. *1916*. 209—218.)

—, Über Wärmeproduktion und Temperaturzustand lebender Pflanzen. (Biolog. Centralbl. *1916*. **36,** 241—261.)

Livingston, B. E., Physiological temperature indices for the study of plant growth in relation to climatic conditions. (Physiol. Research. *1916*. **1,** 399—420.)

Lloyd, F. E., The red color of the mesocarp of seeded fruits in the persimmon (Diospyros Kaki) II. A visual method of estimating astringency. (Plant World. *1916*. **19,** 106—116.)

Meyerhof, O., Untersuchungen über den Atmungsvorgang nitrifizierender Bakterien. II. Beeinflussung der Atmung des Nitritbildners durch chemische Substanzen. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. *1916*. **165,** 229—285.)

Nakamoto, S., On the succinic acid formed by Saké Jeast. (Journ. Coll. Agr. imp. Univ. Tokyo. *1915*. **5,** 287—290.)

Neuberg, C., Fortgesetzte Untersuchungen über Carboxylase und andere Hefenfermente. (Biochem. Zeitschr. *1915*. **71,** 1—103.)

Neuberg, C., und **Rewald, B.**, Das Verhalten der α-Ketosäuren zu Mikroorganismen. 3. Die Fäulnis der α-, l-Methyläthylbrenztraubensäure. (Ebenda. 122—125.)

—, und **Schwenk, E.**, Ko-fermentartige Wirkungen von Salzen der α-Ketonsäuren. (Ebenda. 135—143.)

Nowak, K. A., Über den Einfluß des Ozons auf Hefe und Bakterien. (Journ. of indust. a. engeneering Chemistry. *1915*.)

Onken, A., Der Laubfall unserer sommergrünen Bäume. (Prometheus. *1916*. **27**, 632—635.)

Pitz, W., Effect of elemental sulphur and of calcium sulphate on certain of the higher and lower forms of plant life. (Journ. Agr. Research. *1916*. **5**, 771 bis 780.)

Reed, G. B., The mode of action of plant peroxidases. (Bot. Gaz. *1916*. **62**. 233—239.)

Reichert, E. T., The specifity of proteins and carbohydrates in relation to genera, species and varieties. (Amer. Journ. Bot. *1916*. **3**, 91—98.)

Robbins, W. J., Influence of certain salts and nutrient solutions on the secretion of diastase by Penicillium Camembertii. (Ebenda. 234—260.)

Shive, J. W., A study of physiological balance in nutrient media. (Physiol. Researches. *1915*. **1**, 327—397.)

Skinner, J. J., Effect of vanillin as a soil constituent. (Plant World. *1915*. **18**, 321—330.)

—, The antizymotic action of a harmfull soil constituent salicylic aldehyde and mannite. (Ebenda. 162—167.)

Sterret, W. D., The ashes: their characteristics and management. (U. S. Dept. Agr. Bull. *1915*. **299**, 1—88.)

Stutzer, A., Der Einfluß der Chloride auf das Pflanzenwachstum. (Fühlings landw. Ztg. *1915*. **64**, 611—613.)

Ullrich, F. T., The relation of evaporation and soil moisture to plant succession in a ravine. (Bull. Illinois Stat. Lab. Nat. Hist. *1915*. **12**, 1—18.)

Wächter, W., Das Wurzelwachstum der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse. (Mitt. d. k. Landesanstalt f. Wasserhygiene. *1916*. H. 21. 206—261.)

Walte, W., Eine neue Erklärung der osmotischen und elektrischen Erscheinungen. *1916*. Selbstverlag, Hamburg. 73 S.

Fortpflanzung und Vererbung.

Castle, W. E., New light on blending and Mendelian inheritance. (Amer. Nat. *1916*. **50**, 321—334.)

Collins, G. N., Correlated characters in maize breeding. (Journ. agr. Res. Washington. *1916*. **6**, 435—453.)

East, E. M., Significant accuracy in recording genetic data. (Amer. Journ. Bot. *1916*. **3**, 211—222.)

Emerson, R. A., A genetic study of plant height in Phaseolus vulgaris. (Nebraska Agr. Exp. Stat. Research Bull. *1916*. **7**, 1—73.)

—, The calculation of linkage intensities. (Amer. Nat. *1916*. **50**, 411—420.)

Groth, B. H. A., Heredity and correlation of structures in tomatoes. (Ann. Rep. New Jersey agr. Exp. Stat. *1915*. **35**, 330—338.)

Harris, J. A., The Vriesian mutation in the garden bean, Phaseolus vulgaris. (Proc. nation. Ac. Sc. U. S. A. *1916*. **2**, 317—318.)

Lehmann, E., Über die sogenannten Bakterienmutationen. (Die Naturwissenschaften. *1916*. **4**, 547—550.)

Lloyd, F. E., Abscission in Mirabilis jalapa. (Bot. Gaz. *1916*. **61**, 213—230.)

Lotsy, J. P., Evolution by means of hybridization. M. Nijhoff, Haag. *1916*. 8 + 166 S.

Müller, H. J., The mechanism of crossing-over III—IV. (Amer. Nat. *1916*. **50**, 350 ff.)

Riebesell, P., Die mathematischen Grundlagen der Variations- und Vererbungslehre. (Math. Bibliothek. *1916.* **24,** 45 S.)
Schaxel, J., Über den Mechanismus der Vererbung. G. Fischer, Jena. *1916.* 31 S.
Trotter, A., Galanthus nivalis L. e G. major Red. Contributo allo studio della variabilità. (Ann. di Bot. *1915.* **3,** 185—236.)
Vries, H. de, Die Grundlinien der Mutationstheorie. (Die Naturwissenschaften. *1916.* **4,** 593—598.)

Ökologie.

Geogevitch, P., A new case of symbiosis between a bacillus and a plant (P. N.). (Kew. Bull. *1916.* 105—106.)
Jülg, E., Über das angebliche Vorkommen von Bakterien in den »Wurzelknöllchen« der Rhinanthaceen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 427—440.)
Kleine, R., Die Chrysomela-Arten fastuosa L. und polita L. und ihre Beziehungen zu ihren Stand- und Ersatzpflanzen. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. *1916.* **12,** 205—212.)
Kraepelin, K., Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander. Aus Natur und Geisteswelt Bd. 426 und 427, 2. Aufl. *1915.*
Kronfeld, E. M., Zur Biologie der Doppelbeere von Lonicera alpigena. (Verh. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. *1916.* **66,** 82—83.)
Lea, A. M., An insect-catching grass (Cenchrus australis R. B.). (Trans. and Proc. r. Soc. S. Australia. *1915.* **39,** 92—93.)
Leick, E., s. unter Physiologie.
Parish, S. B., Observations in the Colorado desert. (Plant World. *1915.* **18,** 75—88.)
Pascher, A., Rhizopodialnetze als Fangvorrichtung bei einer plasmodialen Chrysomonade. (Arch. f. Protistenkunde. *1916.* **37,** 15—30.)
Paulsen, O., Some remarks on the desert vegetation of America. (Plant World. *1915.* **18,** 155—161.)
Pringsheim, E. G., Über das Zusammenleben von Tieren und Algen. Vorl. Mitt. (Zeitschr. f. Naturwiss. *1915.* 26—28.)
Reed, E. A., Ecologic notes on Drosera annua. (Torreya. *1916.* **16,** 125—130.)

Algen.

Beckmann, s. unter Angewandte Botanik.
Child, C. M., s. unter Physiologie.
Fallis, A. L., Growth in some Laminariaceae. (Puget Sound marine Stat. Publ. *1916.* **1,** 137 ff.)
Hansen-Ostenfeld, C., De danske farvandes plankton (D. kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Nat.-math. Afd. *1916.* 8. Raekke, II. 2. 369—449.)
Hillard, A. R., s. unter Technik.
Lohmann, H., Neue Untersuchungen über die Verteilung des Planktons im Ocean. (Sitzgsber. naturf. Freunde. *1916.* 73—126.)
Pascher, A., Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihe. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 440—448.)
—, Fusionsplasmodien bei Flagellaten und ihre Bedeutung für die Ableitung der Rhizopoden von den Flagellaten. (Ebenda. 31—64.)
—, s. unter Ökologie.
Pavillard, J., Flagellés nouveaux, épiphytes des Diatomées pélagiques. (C. R. Ac. Sc. Paris. *1916.* **163,** 65—68.)
Pringsheim, E. G., s. unter Ökologie.
Roe, M. L., The development of the conceptacle in Fucus. (Bot. Gaz. *1916.* **61,** 231—246.)
Schiller, J., Ein Novum unter den Algen. (D. Naturwissenschaft. *1916.* **4,** 78—80.)
Transeau, E. N., Notes on the Zygnemales. (Ohio Journ. Sci. *1915.* **16,** 17—31.)
—, The periodicity of fresh water algae. (Amer. Journ. Bot. *1916.* **3,** 121—133.)

Cyanophyceen.

Migula, W., Die Spaltalgen. Hilfsbuch für Anfänger bei der Bestimmung der am häufigsten vorkommenden Arten nebst einer kurzgefaßten Anleitung zum Sammeln und Präparieren. Stuttgart. *1916.* 73 pp.

Bakterien.

Coupin, H., Sur la nutrition organique d'une bactérie marine. (Compt. rend. Acad. Sc. Paris. *1915.* **160,** 151—152.)
Faull, J. H., Chondromyces Thaxteri, a new myxobacterium. (Bot. Gaz. *1916.* **62,** 226—233.)
Geogevitch, P., De la morphologie des microbes des nodules des feuilles d'une Rubiacée, Pavetta coffra. (C. R. Soc. Biol. Paris. *1916.* **79,** 411—413.)
Herrera, H. L., Le mouvement brownien est dû à des micrococques et non aux forces moléculaires. (Bol. Direcc. Est. biol. Mexico. *1915.* **1,** 114—116.)
Jülg, E., s. unter Ökologie.
Lehmann, E., s. unter Fortpflanzung u. Vererbung.
Meyerhof, O., s. unter Physiologie.
Morgenthaler, O., Ein farbstoffbildender Bacillus aus Bienenlarven. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 444—451.)
Nowak, K. A., s. unter Physiologie.
Omeliansky, V. L., Fixation de l'azote atmosphérique par l'action des cultures mixtes. (Arch. Sc. biol. Inst. imp. Méd. exp. Petrograd. *1915.* **18,** 338—377.)
—, Sur la physiologie et la biologie des bactéries fixant l'azote. (Ebenda. **19,** 162—208.)
—, Sur les rapports entre la fixation de l'azote et la défense en substance organique non azotée chez les bactéries fixant l'azote. (Ebenda. **18,** 327—337.)
—, et **Solonnskoff, M.,** Sur la distribution des bactéries azoto-fixatrices dans les sols russes. (Ebenda. 459—482.)
Trillat, A., Etude sur les poussières aqueuses microbiennes des locaux habités. (Compt. rend. Acad. Sc. Paris. *1916.* **160,** 153—156.)

Pilze.

Arthur, J. C., Cultures of Uredineae in 1915. (Mycologia. *1916.* **8,** 125—141.)
Bau, A., s. unter Physiologie.
Berry, E. W., Remarkable fossil fungi. (Mycologia. *1916.* **8,** 73—79.)
Bobilioff-Preißer, W., Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 390—427.)
Bokorny, Th., Versuche über Glyzerinernährung der Hefe. (Allg. Brauer- u. Hopfenztg. *1916.*)
Bresadola, J., Synonymia et adnotanda mycologica. (Ann. Mycol. *1916.* **14,** 221—242.)
Bubák, Fr., Pilze von verschiedenen Standorten. (Ebenda. 341—352.)
—, Achter Beitrag zur Pilzflora von Tirol. (Ebenda. 145—158.)
Constantineanu, J. C., Über einige neue rumänische Uredineen. (Ebenda. 248 bis 255.)
Coupin, H., Sur une levure marine. (Compt. rend. Acad. Sc. Paris. *1915.* **160,** 251—252.)
Dearness, J., New or noteworthy species of fungi. (Mycologia. *1916.* **8,** 98—107.)
Dietel, P., Über die systematische Stellung von Uredo alpestris Schröt. (Ann. mycol. *1916.* **14,** 98—99.)
Dittrich, G., Ein Todesfall nach dem Genuß von Inocybe frumentacea (Bull.) Bres. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 424—427.)
Gilkey, H. M., A revision of the Tuberales of California. (Univ. of California Publ. in Bot. *1916.* **6,** 275—356.)

Grigoriev-Manoilov, O., und **Poradilov, N.**, Sur une nouvelle moisissure du genre Penicillium produisant un pigment. (Arch. Sc. biol. Inst. imp. Méd. exp. Petrograd. *1916.* **19**, 117—131.)

Hågglund, E., s. unter Physiologie.

Höhnel, F. v., Fragmente zur Mykologie. (Sitzgsber. kais. Akad. d. Wissensch. M.-n. Kl. Abt. I, **125**, 112 pp.)

Kluyver, A. J., Een en ander over de chemie de hoogere fungi. (Med. nederlandsche mycol. Ver. *1916.* **7.**)

Kopeloff, N., Lint, H. C., and **Colemann, D. A.**, s. unter Technik.

Krause, F., Der Rosenmehltau (Sphaerotheca pannosa Lév. (Landw. Centralbl. (Posen). *1916.* **19**, 301—302.)

Lázaro, e **Ibira, B.**, Los poliporáceos de la flora española (Estudio critico y descriptivo de los hongos de esta familia). (Rev. r. Ac. lienc. ex. fis. y nat. Madrid. *1916.* **14**, 427 ff.)

Lindner, P., Eine nochmalige Nachprüfung des Verhaltens zweier Phycomycesstämme gegenüber verschiedenen Zuckerarten und ihres Zygosporenbildungsvermögens. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**, 448—453.)

Lingelsheim, A., Pyronema laetissimum Schröter vom Geiersberge in Schlesien. (Hedwigia. *1916.* **58**, 153—155.)

Link, K. K., A physiological study of two strains of Fusarium in their causal relation to tuber rot and wilt of potato. (Bot. Gaz. *1916.* **62**, 169—210.)

Linossier, G., Sur la biologie de l'Oidium lactis. (Compt. rend. soc. biol. *1916.* **79**, 309—313.)

Murrill, W. A., (Agaricales) Agaricaceae (pars) Agariceae (pars). (N. amer. Flora. *1916.* **9**, 297—374.)

Neuberg, C., s. unter Physiologie.

Nowak, K. A., s. unter Physiologie.

Okamura, K., History of phycology in Japan. (Bot. Mag. Tokyo. *1916.* **30**, 1—24.)

Petrak, F., Beiträge zur Pilzflora von Mähren und Österreich-Schlesien III. (Ann. Mycol. *1916.* **14**, 159—176.)

Robbins, W. J., s. unter Physiologie.

Sartory, A., De l'influence d'une bactérie sur la production des périthèces chez un Aspergillus. (Compt. rend. soc. biol. *1916.* **79**, 174—175.)

Semadeni, O., Beiträge zur Biologie und Morphologie einiger Uredineen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46**, 451—480.)

Spegazzini, C., Segunda contribución al conocimiento de las Laboulbeniales Italianas. (An. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires. *1915.* **27**, 37—74.)

Stierlin, K. G., Leichtfaßliche Regeln zur Unterscheidung der giftigen und nichtgiftigen Pilze. (Bad. Landesver. f. Naturk. Freiburg i. Br. *1916.*)

Straßer, P. P., Sechster Nachtrag zur Pilzflora des Sonntagsberges (N.-Ö.). (Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien. *1915.* **65**, 79 ff.)

Sydow, H., u. **Sydow, P.**, Weitere Diagnosen neuer philippinischer Pilze. (Ann. mycol. *1916.* **14**, 353—375.)

—, und **Butler, E. J.**, Fungi Indiae orientalis V. (Ebenda. 177—220.)

—, Novae fungorum species XIV. (Ebenda. 256—262.)

—, Fungi amanzonici a cl. E. Ule lecti. (Ebenda. 65—97.)

—, Fungi papuani. (Bot. Jahrb. (Engler) *1916.* **54**, 246—261.)

Theißen, F. S. J., Studie über Botryosphaeria. (Ann. mycol. *1916.* **14**, 297—340.)

Wilson, G. W., An Exobasidium on Armillaria. (Proc. Jowa Acad. Sci. *1915.* **22**, 134.)

Zikes, H., Über den Einfluß des Rohrzuckerzusatzes zur Würze auf die Biologie der Hefe. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46**, 385—390.)

Moose.

Bender, Th., Der osmotische Druck in den Zellen der Moose. Diss. Münster. *1916.* 72 S.

Janzen, P., Die Haube der Laubmoose. (Hedwigia. *1916.* **58,** 156ff.)
Mason, T. G., Preliminary note on the Carbohydrates of the Musci. (Notes from Bot. School. Trin. Coll. Dublin. *1916.* **2,** 319—334.)
Müller, K., Die geographische und ökologische Verbreitung der europäischen Lebermoose. (Rabenhorsts Kryptogamenflora. *1916.* **4,** 2. Abt., 803—896.)
Williams, R. S., Peruvian mosses. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 323—335.)

Farnpflanzen.

Herter, W., Die Lycopodien von Deutsch-Neu-Guinea. (Bot. Jahrb. (Engler). *1916.* **54,** 226—238.)
Rosendahl, H. V., Om några med hänsyn till sporofyllets utbildning afvikande former af Matteuccia struthiopteris (L) Todaro. (Arkiv för Bot. *1916.* **14,** 93—95.)
—, Filices novae. Ebenda. 1—3.)

Angiospermen.

Carano, E., Ricerche sull' embriogenesi delle Asteracee. (Ann. di Bot. *1915.* **13,** 251—301.)
Church, M. B., The development of the embryo sac and embryo of Cooperia Drummondii. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 397—407.)
Cogniaux, A., Cucurbitaceae-Fevilleae et Melothrieae. (Das Pflanzenreich. [Engler] *1916.* **4,** 275. I. 277 S.)
Engler, A., und **Irmscher, E.**, Saxifragaceae-Saxifraga I. (Ebenda. 117. I. 448 S.)
Fernald, M. L., The characters and range of Carex laevivaginata. (Rhodora. *1916.* **17,** 231—232.)
Hayek, A. v., Zur Kenntnis der Rubus-Flora des Semmeringgebietes in Niederösterreich. (Verh. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. *1916.* **66,** 438—462.)
Liesche, R., Atlas der Bäume und Sträucher in natürlicher Farbe mit Beschreibung. Annaberg i. Sachsen. *1915.* Grasers Verlag (R. Liesche). 15 T. 15 S.
Mackenzie, K. K., Notes on Carex. X. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 423—435.)
Schorger, A. W., s. unter Allgemeines.
Schulz, O. E., Neue Gattungen, Arten, Kombinationen der Brassiceen. (Bot. Jahrb. [Engler]. *1916.* **54,** Beibl. Nr. 119, 52—56.)
Schumann, K., **Gürke, M.**, und **Vaupel, F.**, Blühende Kakteen. Neudamm. *1916.* J. Neumann, 42. Lfg.
Ungar, K., Die siebenbürgischen Akoniten, (Verh. u. Mitt. siebenbürg. Ver. Natw. Hermannstadt. *1915.* **64,** 1—15.)
Weatherwax, P., s. unter Morphologie.
Woolery, R., Meiotic divisions in the microspore mother-cells of Smilacina racemosa (L) Desf. (Ann. bot. *1915.* **29,** 471—482.)

Palaeophytologie.

Berry, E. W., Contribution to the Mesozoic flora of the Atlantic coastal plain. (Bull. Torrey bot. club. *1916.* **43,** 283—305.)
—, Remarkable fossil fungi. (Mycologia. *1916.* **8,** 73—79.)
Beyle, M., Über das Vorkommen einiger in Schleswig-Holstein und im nördlichen Hannover ausgestorbener oder seltener Pflanzen im fossilen Zustande. (Allg. bot. Zeitschr. *1916.* **22,** 32—38.)
Grüß, J., Die Kalkwurzeln von Woltersdorf. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34,** 456—469.)

Pflanzengeographie. Floristik.

Abromeit, J., s. **Wünsche, O.**
Brand, A., Die Symplocaceen Papuasiens. (Bot. Jahrb. [Engler]. *1916.* **54,** 212—215.)

Diels, L., Neue Proteaceen Papuasiens. (Ebenda. 198—206.)
—, Neue Magnoliaceae Papuasiens. (Ebenda. 239—245.)
Drude, O., und **Schorler, B.**, Beiträge zur Flora Saxonica. (Abhandl. d. natw. Ges. Isis Dresden. *1915*. 37 S.)
Gilg, E., Plantae novae andinae imprimis Weberbauerianae. (Bot. Jahrb. [Engler]. *1916*. **54**, Beibl. Nr. 119, 1—51).
—, und **Benedict, C.**, Die bis jetzt aus Papuasien bekannt gewordenen Loganiaceen. (Ebenda. 156—197.)
Marloth, R., The effects of droughts and of some other causes on the distribution of plants in the Cape region. (S. afr. Journ. Sc. *1916*. **12**, 383—390.)
Müller, K.. Zur Entstehung des Wildseemoores bei Kaltenbronn im Schwarzwald. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916*. **14**, 393—421.)
Nelson, A., and **Macbride, J. F.**, Western plant studies. IV. (Bot. Gaz. *1916*. **62**, 143—153.)
Pennel, F. W., Notes on plants of the southern United States II, (Bull. Torrey bot. club. *1916*. **43**, 407—423.)
Pilger, R., Die Taxaceen Papuasiens. (Bot. Jahrb. [Engler]. *1916*. **54**, 207—211.)
Rowlee, W. W., Plants from southern Patagonia collected by C. W. Furlong. (Bull. Torrey bot. club. *1916*. **43**, 305—323.)
Rübel, E.. Vorschläge zur geobotanischen Kartographie. (Ber. Schweiz. bot. Ges. *1916*. Heft 24. Beilage. 14 S.)
Skottsberg, C., Notes on the relations between the floras of subantarctic America and New Zealand. (Plant World. *1915*. **18**, 129—142.)
Stomps, T, J., The dunes of Lake Michigan. (Ebenda. 205—216.)
Vollmann, F., Die niederbayerischen Jurainseln und ihre Vegetation. (Mitt. bayer. bot. Ges. *1916*. **3**, 345—350.)
Wangerin, W., Die Pflanzenwelt der Moore Ost- und Westpreußens und ihre Gefährdung durch die Kultur. (Beitr. z. Naturdenkmalspflege. *1916*. **5**, 187 bis 238.)
Wünsche, O., Die Pflanzen Deutschlands. II. Die höheren Pflanzen. 10. Aufl., bearbeitet von J. Abromeit. Teubner, Leipzig-Berlin. *1916*. 29 + 764 S.
Zimmermann, F., Neues aus der Adventivflora der Pfalz. (Mitt. bayer. bot. Gesellsch. *1916*. **3**, 350—353.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Brick, C., Schädigung von Kartoffeln in Eisenbahnwagen mit Düngesalzresten. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. *1916*. **13**, 2. Teil, 142—143.)
Cosens, A., and **Sinclair, T. A.**, Aeriferous tissue in willow galls. (Bot. Gaz. *1916*. **62**, 210—226.)
Fallada, O., s. unter Angewandte Botanik.
Fischer, H., Versuche über Frostbeschädigungen an Getreide und Hülsenfrüchte. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. *1916*. **13**, 2. Teil, 92—141.)
Fulmek, L., Schaden durch Wiesenwanzen auf dem Weinstock. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916*. **26**, 323—321.)
Gaßner, G., Beiträge zur Frage der Überwinterung und Verbreitung des Getreiderostes im subtropischen Klima. (Ebenda. 329—374.)
Harter, L. L., Storage roots of economic Aroids. (Journ. of agric. res. *1916*. **6**, 549—571.)
Heider, R., Über die Wirkung von Kohlenoxyd bzw. Leuchtgas auf Elementarorganismen und auf höhere Pflanzen. (Sitzgsber. phys.-med. Soz. Erlangen. *1915*. **46**, 100—120.)
Jordi, E., Über die Empfänglichkeit von Phaseolus vulgaris L. für Bohnenrost. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916*. **26**, 374—375.)
Karny, H. W., und **Leeuwen-Reijnvaan, J. Docters van**, Beiträge zur Kenntnis der Gallen Javas II. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. *1916*. **12**, 188—200.)

Lakon, G., Über einen bemerkenswerten Fall von Beeinflussung der Keimung von Getreide durch Pilzbefall. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* 14. Jahrg. 421—430.)

Lindau, G., Die auf wilden und kultivierten Orchideen auftretenden Pilze und ihre Bekämpfung. (Orchis. *1915.* **9,** 171—178.)

Lingelsheim, A., Eine neue Krankheitserscheinung an Kultur-Pelargonien. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 475—378.)

—, Durch Hemipteren verursachte Mißbildungen einiger Pflanzen. (Ebenda. 378 bis 383.)

Meier, F. C., Watermelon stem-end rot. (Journ. agric. research. *1916.* **6,** 149 bis 152.)

Mix, A. J., The formation of parenchyma wood following winter injury to the cambium. (Phytopathology. *1916.* **6,** 279—283.)

Müller, K., Neuzeitliche Rebschädlingsbekämpfung. (Bad. landwirtsch. Taschenkalender für 1917. 4 Spalten.)

Pratt, O. A., Experiments with clean seed potatoes on new land in Southern Idaho. (Journ. agric. research. *1916.* **6,** 573—575.)

—, A western fieldrot of the Irish potato tuber caused by Fusarium radicicola. (Ebenda. 297—309.)

Roß, H., Die Pflanzengallen Bayerns und der angrenzenden Gebiete. Jena. *1916.* G. Fischer. 12 + 104 pp.

Schulz, E. S., Silver scurf of the Irish potato caused by Spondylocladium atrovirens. (Journ. of agric. research. *1916.* **6,** 339—350.)

Tubeuf, E. v., Die Weißpunktkrankheit und ihre Erreger. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* 14. Jahrg. 436—446.)

Wilczek, E., Die Mistel auf der Fichte in der Schweiz. (Journ. forestier suisse. *1915.* **66,** 113—114.)

Zimmermann, H., Eine Wurzelerkrankung des Roggens infolge Frostes. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. *1916.* **26,** 321—323.)

Angewandte Botanik.

Anderlind, s. unter Physiologie.

Beckmann, Die praktische Bedeutung der Fucus- und Laminariaarten. (Sitzgsber. kgl. preuß. Akad. Wiss. *1916.* **14.**)

Boekhout, F. W. J., und **Ott de Vries, J. J.,** Über den »Knyper«-Fehler im Edamer Käse. (Centralbl. f. Bakt. II. *1916.* **46,** 497—502.)

Brtnik, A., Über die Verpilzung der Eier. (Ebenda. 427—444.)

Dittrich, G., Auswahl und Verwendung von Pilzen zur Schweinefütterung. (Zeitschr. d. Landwirtschaftsk. f. d. Prov. Schlesien. *1916.*)

Fallada, O., Über den Witterungsverlauf im Jahre 1915 und über die in diesem Jahre beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. (Österr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirtsch. *1916.* **3,** 107—116.)

—, und **Greisenegger, J. K.,** Das Kalk-Magnesia-Verhältnis des Bodens in seiner Bedeutung für den Samenertrag der Zuckerrübe. (Ebenda. 117—122.)

Friedersdorff, M., Holdefleiß, P., und **Heinze, B.,** Über eine neue Methode der Bodendurchlüftung in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung für die Landwirtschaft. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. *1916.* **13,** 2. Teil, 77—85.)

Haselhoff, E., und **Isernhagen, F.,** Der Einfluß des Pflanzenwachstums auf die Zersetzung bodenbildender Gesteine. (Landwirtsch. Jahrb. *1916.* **50,** 115—176.)

Heinze, B., Die Entwicklung der Sojabohne oder Kaffeebohne (Soja hispida Mönch) und ihre Verwendung. (Die Naturwissenschaften. *1916.* **4,** 478—481.)

—, Über den Anbau der Sojabohne und deren mannigfache Verwendungsart. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. *1916.* **13,** 2. Teil, 56—76.)

—, Einiges über Fasern liefernde Pflanzen als Ersatz für die Baumwolle. (Ebenda. 86—91.)

Hissink, D., Die Einwirkung verschiedener Salzlösungen auf die Durchlässigkeit des Bodens. (Intern. Mitt. f. Bodenk. *1916.* 10 S.)

Jacobson, H. O., Correlative characters of the rice plant. (Philippine agr. Rev. *1916.* **9**, 74—119.)

Jones, W. W., The occurrence of sulphur dioxide injury to plant in the Selby smoke zone. (U. S. Dept. Int. Mines Bull. *1915.* **98**, 348—427.)

Maurizio, A., Zur ursprünglichen Getreidebearbeitung und -nahrung. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. *1916.* 13. Jahrg., I. Teil, 1—16.)

Moll, F., Über die Zerstörung von verarbeitetem Holz und den Schutz dagegen. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. *1916.* **14**, 482—503.)

Müller, K., Saatgutbeurteilung vor der Aussaat. (Bad. landwirtsch. Taschenkal. f. 1916. 4 S.)

Schander und **Krause, F.**, Die Vegetationsperiode 1913/14. (Ber. über Pflanzenschutz d. Kaiser Wilhelms-Inst. f. Landw. Bromberg. *1916.* 163 S.)

Schulz, E., Die Bedeutung der Bakterien in der Landwirtschaft. (Landw. Zeitschr. f. Els.-Lothringen. *1916.* Nr. 16, 228—230, Nr. 18, 261—262.)

Schwede, R., Ein weiterer Beitrag zur Geschichte des altamerikanischen Papiers. (Jahresber. d. Verein. f. angew. Bot. *1916.* **13**, 2. Teil, 35—55.)

Straub, W., Die Mengen der wirksamen Bestandteile in Digitalissamen und Digitalissaft. (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. *1916.* **80**, 52—71.)

Süßenguth, A., Zur Frage der Aufstellung eines Verzeichnisses der deutschen Giftpflanzen. (Mitt. bayer. bot. Gesellsch. *1916.* **3**, 341—345.)

Technik.

Emich, F., Über mikrochemische Arbeitsmethoden. (Die Naturwissenschaften. *1916.* **4**, 625—632.)

Gertz, O., Anthocyan als mikrochemisches Reagens. (Lunds universitets årsskrift. N. F. *1916.* Avd. 2, **12**; kunigl. fysiografiska sällskapets handlingar. N. F. **27**, 57 pp.)

Hillard, A. R., A note on praeservatives for Algae. (Torreya. *1916.* **16**, 142 bis 143.)

Kopeloff, N., **Lint, H. C.**, and **Coleman, D. A.**, A new method of separating fungi from protozoa and bacteria. (Bot. Gaz. *1916.* **61**, 247—250.)

Land, W. J. G., Chloroform as a paraffin solvent in the imbedding process. (Ebenda. 251—253.)

Lindner, P., Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatte bei mikrophotographischen Aufnahmen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1916.* **34**. 453—456.)

Naumann, E., Über die photographische Darstellung der Planktonformationen. (Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. *1916.* **7**, 443—448.)

Verschiedenes.

Harms, H., Ernst Ule. (Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg. *1916.* **57**, 150 bis 184.)

Kniep, H., Gedächtnisrede auf Gregor Kraus. (Verh. d. physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg. *1916.* N. F. **44**, 173—196.)

Trelease, W., Thomas Jonathan Burrill. (Bot. Gaz. *1916.* **62**, 153—155.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.





